



Tutkintaselostus

S1/2006Y

Kevättalven 2006 rakennusonnettomuudet

Maatalouden tuotantorakennusten kattoristikoiden pettäminen Pihtiputaalla 20.3.2006 ja 2.4.2006
Koulun liikuntasalin liimapuisten kattopalkkien painuminen ja halkeilu Laukaassa 3.4.2006
Supermarketin betonisten julkisivuelementtien kaatumisvaara Karjaalla 5.4.2006
Marketin liimapuisen kattopalkin vaurioituminen Keiteleellä 7.4.2006
Myymälän katon romahtaminen Haapajärvellä 8.4.2006
Urheiluhallin katon teräsvoimulevyjen painuminen Jyväskylässä 8.4.2006
Ratsastusmaneesin romahtaminen Vetelissä 9.4.2006
Tukkuliikkeen katon romahtaminen Joensuussa 15.4.2006

Tämä tutkintaselostus on tehty turvallisuuden parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi. Tässä ei käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.

Onnettomuustutkintakeskus
Centralen för undersökning av olyckor
Accident Investigation Board

Osoite / Address: Sörnäisten rantatie 33 C **Address:** Sörnäs strandväg 33 C
FIN-00580 HELSINKI 00580 HELSINGFORS

Puhelin / Telefon: (09) 1606 7643
Telephone: +358 9 1606 7643

Fax: (09) 1606 7811
Fax: +358 9 1606 7811

Sähköposti: onnettomuustutkinta@om.fi tai etunimi.sukunimi@om.fi
E-post: onnettomuustutkinta@om.fi eller förnamn.släktnamn@om.fi
Email: onnettomuustutkinta@om.fi or first name.last name@om.fi

Internet: www.onnettomuustutkinta.fi

Henkilöstö / Personal / Personnel:

Johtaja / Direktör / Director Tuomo Karppinen

Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative Director Pirjo Valkama-Joutsen
Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant Sini Järvi
Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant Leena Leskelä

Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Air Accident Investigator Esko Lähteenmäki
Erikoistutkija / Utredare / Air Accident Investigator Hannu Melaranta

Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Rail Accident Investigator Esko Värhtiö
Erikoistutkija / Utredare / Rail Accident Investigator Reijo Mynttinen

Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Marine accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Marine Accident Investigator Martti Heikkilä
Erikoistutkija / Utredare / Marine Accident Investigator Risto Repo

Muut onnettomuudet / Övriga olyckor / Other accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Accident Investigator Kai Valonen

ISBN 951-836-201-7
ISSN 1239-5323

Multiprint Oy, Helsinki 2007

TIIVISTELMÄ

Kevättalvella 2006 sattui Suomessa useita kattovaurioita lyhyen ajan sisällä pääosin hallimaisissa rakennuksissa, joissa saattoi olla paljon ihmisiä. Vakavin niistä sattui Haapajärvellä 8.4.2006, jossa myymälän katto romahti kaupan aukioloaikana noin 350 m² alueelta. Myös Vetelissä seuraavana päivänä sattunut ratsastusmaneesin romahtaminen olisi voinut aiheuttaa merkittäviä henkilövahinkoja, mutta romahtaminen tapahtui yöaikaan kun ketään ei ollut rakennuksessa. Muut onnettomuustutkintaan otetut vauriot olivat vähäisempiä. Ne sattuivat Pihtiputaalla 20.3. ja 2.4., Laukaassa 3.4., Karjaalla 5.4., Keiteleellä 7.4., Jyväskylässä 8.4. ja Joensuussa 15.4.

Henkilövahinkoja ei sattunut missään tutkituista tapauksista. Pelastuslaitoksen henkilöstöä tai yksiköitä kävi kaikilla tapahtumapaikoilla. Tehtävät eivät olleet pelastustoiminnan kannalta vaativia ja tehtävänä oli lähinnä tilanteen toteaminen ja lisävahinkojen estäminen. Lisävahinkojen estämiseen kuului esimerkiksi lumen poistoa, ylös jääneiden rakenteiden tukemista ja alueen eristämistä.

Tapahtumien välittömät tekniset syyt olivat erilaisia. Haapajärvellä ja Vetelissä oli puutteita pitkien naulalevyristikoiden tuennassa ja Vetelissä oli lisäksi puutteita koko rakennuksen vaakajäkityksessä. Pihtiputaalla petti paikallista valmistetta olleiden ristikoiden vaneriliitokset. Laukaassa liimapuupalkit olivat kuivuessaan ja kutistuessaan jääneet yläreunastaan ruuvien varaan ja ne putosivat lumikuorman vaikutuksesta takaisin paikoilleen. Karjaalla puutteet liittyivät betonisten julkisivun kerroslevyelementtien kiinnitystapaan. Keiteleellä liimapuupalkki oli peräisin 1950-luvulta ja palkin vinoliitoksen vanha liimaus petti. Jyväskylässä kaarikattoa pitkin liukunut lumi kinostui ja painoi katon teräspoimulevyä sisään. Joensuussa puolestaan kattokaivo oli tukkeutunut ja teräspoimulevy petti kaivon läheisyyteen kerääntyneen sulamisveden vuoksi.

Yhteistä tapauksille oli se, että rakennukset oli yhtä lukuun ottamatta suunniteltu ja rakennettu vanhan rakennuslain aikaan eikä viime vuosien rakenteellisen turvallisuuden kehittämistoimenpiteillä ollut vaikutusta näihin rakennuksiin. Myöskään vuonna 2004 tehdyt olemassa olevien rakennusten tarkastukset eivät ulottuneet tutkittavana olleisiin kohteisiin. Useissa tapauksissa rakenteiden puutteet olisivat olleet tunnistettavissa asiantuntevan tarkastuksen avulla. Ongelmana olemassa olevien rakennusten osalta on nykyisin se, että jos turvallisuuteen vaikuttavia puutteita ei ole rakentamisen aikana tunnistettu, ne tunnistetaan usein vasta rakenteiden vaurioituttua.

Tutkitunkaltaisten vaurioiden välttämiseksi tutkintalautakunta suosittaa, että rakennuksille luotaisiin katsastusmenettely, jossa oleellisena sisältönä olisi rakenteiden turvallisuus. Lisäksi tutkintalautakunta suosittaa, että kunnallisia rakennusvalvontoja yhdistettäisiin esimerkiksi pelastustoimen tapaan suuremmiksi kokonaisuuksiksi siten, että kullakin alueellisella rakennusvalvonnalla olisi riittävä erityisosaaminen erilaisten rakennusten ja rakenteiden valvontaan ja seurantaan. Rakennusten kokonaisturvallisuuden hallitsemiseksi tutkintalautakunta suosittaa rakennusvalvonta-, työsuojelu- ja pelastusviranomaisten kattavampaa yhteistyötä. Naulalevyristikoilla toteutettujen rakennusten osalta tutkintalautakunta suosittaa, että rakennukset, joissa käytetään jänneväliä yli 15 m:n naulalevyristikoita, tulisi määritellä Rakentamismääräyskokoelmassa luokan A sijaan luokkaan AA, jolloin suunnittelijan koulutus- ja pätevyysvaatimukset olisivat nykyistä tiukemmat.

SAMMANDRAG

BYGGNADSOLYCKOR VÅRVINTERN 2006

Vårvintern 2006 inträffade i Finland under en kort tid flera taksador, huvudsakligen i hallbyggnader med rum för många människor. Den allvarligaste olyckan inträffade i Haapajärvi 8.4.2006, då cirka 350 m² av taket i en affär rasade ned under affärens öppettid. I Vetil rasade följande dag taket till en manege vid ett ridstall, vilket också kunde ha orsakat betydande personskador. Lyckligtvis inträffade olyckan på natten och ingen befann sig i byggnaden. De övriga skador som varit föremål för olycksfallsundersökning var mindre till sin omfattning. De inträffade i Pihtipudas 20.3 och 2.4, Laukas 3.4, Karis 5.4, Keitele 7.4, Jyväskylä 8.4 och Joensuu 15.4.

Inget av de undersökta fallen ledde till personskador. Räddningsverkets manskap eller enheter larmades till samtliga platser. Räddningsuppdragen var inte krävande och för räddningsverket återstod närmast att konstatera situationen och förhindra följdskador. För att förhindra ytterligare skador avlägsnades bl.a. snö, stöddes kvarvarande konstruktioner och isolerades området.

De direkta tekniska orsakerna bakom händelserna var olika. I Haapajärvi och Vetil förekom brister vid förstärkningen av de långa fackverken med spikplåtsförband. I Vetil konstaterades ytterligare brister i hela byggnadens horisontella förstävning. I Pihtipudas gav fanerfogarna i de lokalt tillverkade fackverken efter. I Laukas hade limträbalkarna torkat och krympt så att de upptill hängde i skruvarna, varpå de genom snöns belastning föll tillbaka på sina platser. I Karis konstaterades brister i fästningen av sandwichelementen i betong i fasaden. I Keitele härstammade limträbalken från 1950-talet och den gamla limningen av skäftfogen gav efter. I Jyväskylä hade snö som glidit längs bågtaget samlats i drivor och tryckt in takets korrugerade plåt. I Joensuu hade takbrunnen stockats och den korrugerade plåten gav efter på grund av det smältvatten som samlats i närheten av brunnen.

Det gemensamma för olycksfallen var att de flesta byggnaderna projekterats och byggts under den gamla byggnadslagens tid och de åtgärder som under de senaste åren vidtagits för att förbättra konstruktionssäkerheten därför inte kommit att beröra dessa byggnader. De granskningar som gjorts i befintliga byggnader år 2004 hade inte utsträckt sig att gälla de nu undersökta objekten. I flera fall skulle bristerna i konstruktionerna ha kunnat upptäckas genom sakkunnig granskning. Problemet i fråga om befintliga byggnader är att om brister som inverkar på säkerheten inte har upptäckts under byggtiden, upptäckts de ofta först när konstruktionerna gått sönder.

För att undvika liknande skador som de undersökta olycksfallen rekommenderar undersökningskommissionen att man inför ett inspektionsförfarande för byggnader med fokus på konstruktionernas säkerhet. Dessutom rekommenderar undersökningskommissionen att den kommunala byggnadstillsynen sammanslås till större helheter, t.ex. i stil med räddningsväsendet, på så sätt att varje regional byggnadstillsyn skulle ha tillräcklig specialkompetens för tillsyn och uppföljning av olika typer av byggnader. För hantering av byggnadernas säkerhet som helhet rekommenderar undersökningskommissionen bredare samarbete mellan byggnadstillsyns-, arbetarskydds- och räddningsmyndigheterna. I fråga om byggnader som byggts med fackverk med spikplåtsförband rekommenderar undersökningskommissionen att sådana byggnader där man använt fack-

verk med en spännvidd på över 15 meter skall klassificeras i Byggbestämmelsesamlingen enligt klass AA i stället för klass A, varvid projekterarens utbildnings- och kompetenskrav skulle vara striktare än för närvarande.

SUMMARY

BUILDING ACCIDENTS IN THE LATE WINTER OF 2006

Several incidents of roof and ceiling damage occurred in Finland in the late winter of 2006, within a relatively short period, and primarily in hall-like buildings with a potentially large number of people indoors. The most serious incident occurred in Haapajärvi on 8 April 2006, where approximately 350 m² of supermarket roof and ceiling collapsed during the store's opening hours. In addition, the collapse of a riding hall in Veteli the next day had the potential to cause serious personal injury, but took place at night when nobody was present. Other cases of damage chosen for accident investigation were more minor. They occurred in Pihtipudas on 20 March and 2 April, in Laukaa on 3 April, in Karjaa on 5 April, in Keitele on 7 April, in Jyväskylä on 8 April and in Joensuu on 15 April.

None of the investigated cases resulted in personal injury. Rescue staff or units visited all of the accident scenes. The incidents posed no challenge to rescue operations, since the operations mainly comprised the determination of the situation and prevention of any further damage. For instance, the prevention of further damage comprised the removal of snow, with supporting structures remaining standing, and the isolation of the affected area.

The immediate technical causes of the incidents were divergent. In Haapajärvi and Veteli, the support of long trussed rafters was insufficient, and in Veteli, the entire horizontal stiffening of the building was defective. In Pihtipudas, the plywood joints of locally made trusses failed. In Laukaa, as the glued laminated beams dried and shrank, they became supported by screws only on the upper edges, and due to the heavy load of snow, fell back into place. In Karjaa, the defects were due to the method of fastening prefabricated sandwich elements of the façade. In Keitele, the glued laminated beam originated from the 1950s and the old gluing of the beam failed. In Jyväskylä, snow gliding down the arched roof formed a snowdrift, pressing in the corrugated sheet steel of the roof, whereas in Joensuu, the roof outlet had become blocked and the corrugated sheet steel failed due to melt water accumulating near the outlet.

A common denominator in all cases except one was that all buildings were designed and built while the old Building Act was effective, and structural safety development measures undertaken in the last few years did not apply to them. Inspections of existing buildings, performed in 2004, did not involve the buildings investigated. In most cases, the defects of the buildings could have been identified by expert inspectors. The current problem with existing buildings is that if defects with an impact on safety have not been identified during construction, they will often not be identified at all until the structures are damaged.



In order to avoid damage similar to the incidents investigated, the investigation commission recommends that an inspection procedure be established for buildings, with its main focus on structural safety. Moreover, the investigation commission recommends that municipal building supervision authorities should be pooled into larger entities, in a manner similar to rescue operations, so that each regional building supervision authority would have adequate special expertise for the supervision and monitoring of various kinds of buildings and structures. In order to manage the overall safety of buildings, the investigation commission recommends more comprehensive cooperation between building supervision, industrial safety and the rescue authorities. As regards buildings constructed using trussed rafters, the commission recommends that buildings with trussed rafters of a span of over 15 metres be defined in the National Building Code in category AA instead of category A, which would place stricter requirements on the designer's education and qualifications.

ALKUSANAT

Savonlinnassa tapahtui 31.3.2006 vaaratilanne, jossa kauppakeskuksen betonisissa kattopalkeissa havaittiin halkeamia ja pieniä betonin palasia putosi myymälään. Onnettomuustutkintakeskus asetti tutkintalautakunnan tutkimaan tapahtunutta.

Myöhemmin tapahtui lyhyen ajan sisällä useita kattorakenteisiin liittyviä vaaratilanteita ja romahduksia, joista ei aiheutunut henkilövahinkoja. Onnettomuustutkintakeskus päätti asettaa näitä tapauksia varten toisen tutkintalautakunnan. Lautakunta selvitti seuraavat tapaukset.

- Maatalouden tuotantorakennusten kattoristikoiden pettäminen Pihtiputaalla 20.3. ja 2.4.2006
- Koulun liikuntasalin liimapuisten kattopalkkien painuminen ja halkeilu Laukaassa 3.4.2006
- Supermarketin betonisten julkisivuelementtien kaatumisvaara Karjaalla 5.4.2006
- Marketin liimapuisen kattopalkin vaurioituminen Keiteleellä 7.4.2006
- Myymälän katon romahtaminen Haapajärvellä 8.4.2006
- Urheiluhallin katon teräspoimulevyjen painuminen Jyväskylässä 8.4.2006
- Ratsastusmaneesin romahtaminen Vetelissä 9.4.2006
- Tukkuliikkeen katon romahtaminen Joensuussa 15.4.2006

Samoihin aikoihin tapahtui muun muassa varasto- ja tuotantorakennusten kattovaurioita, mutta tutkintaan otettiin vain tilat, joihin yleisöllä on pääsy. Poikkeuksena ovat navettojen kattovauriot. Niitä selvittämällä haluttiin kiinnittää huomiota maatalousrakentamiseen, jossa rakennukset ovat usein suuria ja joissa tiedetään tapahtuneen vaaratilanteita aikaisempina vuosina.

Tutkintalautakunnan puheenjohtaja oli johtava tutkija DI Kai Valonen ja jäsenet komisario Pekka Aho, riskienhallintapäällikkö Jukka Koponen, DI Markku Kortesmaa, DI Seppo Suuriniemi ja DI Esa Virtanen.

Tässä tutkintalautakunnan laatimassa tutkintaselostuksessa esitellään lyhyesti edellä mainitut kahdeksan onnettomuutta ja vaaratilannetta ja niiden välittömät tekniset syyt. Analyysiosassa arvioidaan yhteisesti useisiin tapauksiin vaikuttaneita taustatekijöitä ja pohditaan mahdollisia parannuskeinoja. Lisäksi esitetään toteutuneet toimenpiteet eli ne turvallisuuteen vaikuttavat asiat, joiden kehittämiseen rakennusala on jo ryhtynyt. Lopuksi esitetään suosituksia vastaavanlaisien onnettomuuksien välttämiseksi. Tutkinnan tarkoituksena on turvallisuuden parantaminen, joten syyllisyys- tai vahingonkorvauskysymyksiin ei oteta kantaa eikä tutkintaselostusta ole tarkoitettu käytettäväksi näihin tarkoituksiin.

Tutkintaselostus on ollut lausunnolla ympäristöministeriön asunto- ja rakennusosastolla, sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosastolla ja sisäasiainministeriön pelastusosastolla. Tutkintaselostusta ovat saaneet kommentoida tapahtumapaikkakuntien rakennusvalvontaviranomaiset, asianomaiset työsuojelupiirit ja pelastuslaitokset sekä rakennusten omistajat. Omistajia on pyydetty antamaan tutkintaselostus kommentoitavaksi tarpeen mukaan esimerkiksi vuokralaisille ja rakentamisesta tai rakennuksen kunnossapidosta vastaaville. Lisäksi tutkintaselostusta ovat saaneet kommentoida Suomen kuntaliitto, Rakennustarkastusyhdistys, Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI, Rakennusteollisuus RT, Suomen konsulttitoimistojen liitto SKOL ja Suomen raken-



nusinsinöörien liitto RIL. Lausunnot ja kommentit ovat liitteessä 3 ja ne on otettu huomioon tutkintaselostusta viimeisteltäessä.

Tutkinta-aineisto on Onnettomuustutkintakeskuksen arkistossa. Lähdeluettelo on tutkintaselostuksen lopussa. Tutkintaselostus on internetissä osoitteessa www.onnettomuustutkinta.fi.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	I
SAMMANDRAG.....	II
SUMMARY	III
ALKUSANAT	V
1 MAATALOUDEN TUOTANTORAKENNUSTEN KATTORISTIKOIDEN PETTÄMINEN PIHTIPUTAALLA 20.3.2006 JA 2.4.2006	1
1.1 Emosikala.....	1
1.1.1 Rakennus	1
1.1.2 Tapahtumien kulku	1
1.1.3 Pelastustoiminta	1
1.1.4 Henkilö- ja materiaalivahingot.....	1
1.1.5 Rakenteen kuvaus.....	1
1.1.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät	2
1.2 Lypsykarjapihatto	5
1.2.1 Rakennus	5
1.2.2 Tapahtumien kulku	5
1.2.3 Pelastustoiminta	5
1.2.4 Henkilö- ja materiaalivahingot.....	5
1.2.5 Rakenteen kuvaus.....	6
1.2.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät	6
1.3 Yhteenveto ja vastaavien onnettomuuksien estäminen	8
2 KOULUN LIIKUNTASALIN LIIMAPUISTEN KATTOPALKKIEN PAINUMINEN JA HALKEILU LAUKAASSA 3.4.2006.....	10
2.1 Rakennus.....	10
2.2 Tapahtumien kulku.....	10
2.3 Pelastustoiminta.....	11
2.4 Henkilö- ja materiaalivahingot	11
2.5 Rakenteen kuvaus	11
2.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät	12
2.7 Vastaavien onnettomuuksien estäminen.....	12
3 SUPERMARKETIN BETONISTEN JULKISIVUELEMENTTIEN KAATUMISVAARA KARJAALLA 5.4.2006.....	13
3.1 Rakennus.....	13



3.2	Tapahtumien kulku.....	13
3.3	Pelastustoiminta	13
3.4	Henkilö- ja materiaalivahingot.....	14
3.5	Rakenteen kuvaus	14
3.6	Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät.....	16
3.7	Vastaavien onnettomuuksien estäminen	17
4	MARKETIN LIIMAPUISEN KATTOPALKIN VAURIOITUMINEN KEITELEELLÄ 7.4.2006	18
4.1	Rakennus.....	18
4.2	Tapahtumien kulku.....	18
4.3	Pelastustoiminta	18
4.4	Henkilö- ja materiaalivahingot.....	19
4.5	Rakenteen kuvaus	19
4.6	Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät.....	19
4.7	Vastaavien onnettomuuksien estäminen	21
5	MYYMÄLÄN KATON ROMAHTAMINEN HAAPAJÄRVELLÄ 8.4.2006	22
5.1	Rakennus.....	22
5.2	Tapahtumien kulku.....	22
5.3	Pelastustoiminta	24
5.4	Henkilö- ja materiaalivahingot.....	25
5.5	Rakenteen kuvaus	26
5.6	Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät.....	26
5.7	Vastaavien onnettomuuksien estäminen	29
6	URHEILUHALLIN KATON TERÄSPOIMULEVYJEN PAINUMINEN JYVÄSKYLÄSSÄ 8.4.200630	
6.2	Tapahtumien kulku.....	30
6.3	Pelastustoiminta	31
6.4	Henkilö- ja materiaalivahingot.....	32
6.5	Rakenteen kuvaus	33
6.6	Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät.....	33
6.7	Vastaavien onnettomuuksien estäminen	35
7	RATSASTUSMANEESIN ROMAHTAMINEN VETELISSÄ 9.4.2006.....	36
7.1	Rakennus.....	36
7.2	Tapahtumien kulku.....	36
7.3	Pelastustoiminta	36
7.4	Henkilö- ja materiaalivahingot.....	37
7.5	Rakenteen kuvaus	37
7.6	Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät.....	38
7.7	Vastaavien onnettomuuksien estäminen	42

8	Tukkuliikkeen katon romahtaminen Joensuussa 15.4.2006.....	43
8.1	Rakennus	43
8.2	Tapahtumien kulku	43
8.3	Pelastustoiminta	44
8.4	Henkilö- ja materiaalivahingot	45
8.5	Rakenteen kuvaus	45
8.6	Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät	47
8.7	Vastaavien onnettomuuksien estäminen.....	48
9	ANALYYSI	50
9.1	Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden analysointi	50
9.1.1	Tutkittujen tapausten oleelliset yksityiskohdat	50
9.1.2	Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden vakavuus	52
9.1.3	Lumen määrä	52
9.1.4	Yhteenveto tutkituista tapauksista	54
9.1.5	Rakennusten tarkastukset vuonna 2004	56
9.1.6	Mahdollisuudet tutkittujen tapausten estämiseksi.....	57
9.1.7	Onnettomuuksien ennaltaehkäisyyn liittyvät velvoitteet.....	59
9.2	Pelastustoiminnan analysointi	64
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	66
10.1	Toteamukset	66
10.2	Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden syyt.....	67
11	TOTEUTETUT TOIMENPITEET	68
12	SUOSITUKSET.....	70
12.1	Rakennusten katsastus	70
12.2	Rakennusvalvontojen yhdistäminen.....	71
12.3	Viranomaisten yhteistyö rakennusten kokonaisturvallisuuden hallitsemiseksi	72
12.4	Naulalevyristikoilla toteutettujen rakennusten suunnittelu	73
12.5	Muita huomioita	73

LIITTEET

Liite 1. Suomen ympäristökeskuksen lausunto kevättalven 2006 lumitilanteesta

Liite 2. NR-ristikoista rakennettujen kattojen, liimapuupalkkien sekä betonisten HI-palkkien rakenteellinen turvallisuus, Ympäristöministeriö, 6.7.2006

Liite 3. Lausunnot ja kommentit

LÄHDELUETTELO

1 MAATALOUDEN TUOTANTORAKENNUSTEN KATTORISTIKOIDEN PETTÄMINEN PIHTIPUTAALLA 20.3.2006 JA 2.4.2006

1.1 Emosikala

1.1.1 Rakennus

Emosikalarakennus oli rakennettu aikaisemmin rakennetun karjasuojarakennuksen kylkeen. Rakennuslupa oli myönnetty huhtikuussa 2001. Rakennuksen kerrosala oli 522 m².

1.1.2 Tapahtumien kulku

Rakennuksen kattorakenteet sortuivat 19.3.–20.3.2006 välisenä yönä ja sortuma huomattiin aamulla 20.3.2006 karjanhoitotöitä aloitettaessa. Katto sortui kokonaisuudessaan ja jäi pääasiassa sikalan karsinoiden varaan. Rakennuksessa oli tapahtuman aikaan noin 90 emakkoa, 200 porsasta ja 80 lihasikaa.

1.1.3 Pelastustoiminta

Keski-Suomen hätäkeskus sai ilmoituksen tilan isännältä 20.3.2006 kello 9.27.

Hätäkeskus hälytti paikalle viisi pelastusyksikköä. Pelastustoiminta käsitti sikojen irrottamisen ja lisätukien asentamisen lisäsortumien estämiseksi.

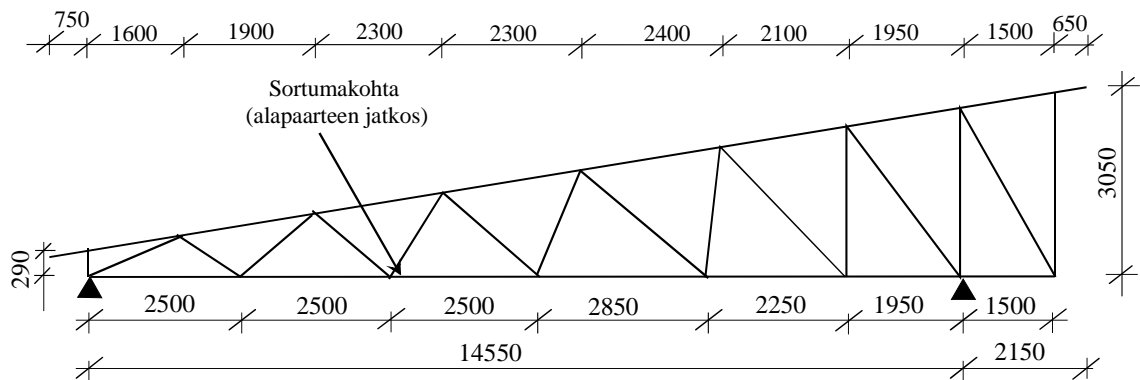
1.1.4 Henkilö- ja materiaalivahingot

Henkilö- ja eläinvahinkoja ei tullut. Materiaalivahingot aiheutuivat kattorakenteiden uusimisesta. Vahingot olivat suuruusluokkaa 75 000 €.

1.1.5 Rakenteen kuvaus

Kattokannatteina olivat pulpettimalliset puiset ristikot. Ristikoiden jänneväli oli 14,5 m ja ristikkoväli 0,9 m. Ristikoiden sauvojen liitoksissa olivat sauvoihin naulatut vaneriset liitoslevyt. Kuvassa 1 on periaatekuva sortuneista ristikoista.

Ristikot tukeutuivat matalasta päästään teräsbetoniseinään ja korkeammasta päästään noin 2,1 m etäisyydeltä ristikon päältä teräspalkkiin. Ristikoiden ala- ja yläpaarteet olivat sahatavaraa, jonka poikkileikkaus oli 44x175 mm², ja vinot diagonaalisauvat sahatavaraa 44x100 mm². Liitoslevyt olivat 9,8 mm paksua peilikuvacombivaneria, mikä tarkoittaa 9,8 mm paksulla vanerilla sitä, että pintaviilun suuntaiset viilut 4 kpl olivat 1,4 mm paksua koivuviilua ja pintaviiluja vastaan kohtisuorat sisäviilut (3 kpl ja paksuus 1,4 mm) olivat kuusta. Liitoslevyt oli naulattu ristikon sauvoihin konenauloilla 2,87x64 mm² ristikon kummaltakin puolelta.



Kuva 1. Ristikoiden periaatepiirros. Mitat ovat sauvojen keskilinjojen mittoja.

Bild 1. Principritning över fackverken. Måtten enligt stängernas mittlinjer.

Figure 1. Diagram of the trusses. The dimensions given are those of the middle lines of the rods.

1.1.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät

Ristikot murtuivat alapaarteen jatkoksesta kuvaan 1 merkitystä kohdasta. Murtumisen syynä oli vanerin vetomurto. Murtumiskohta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Murtunut liitoslevy.

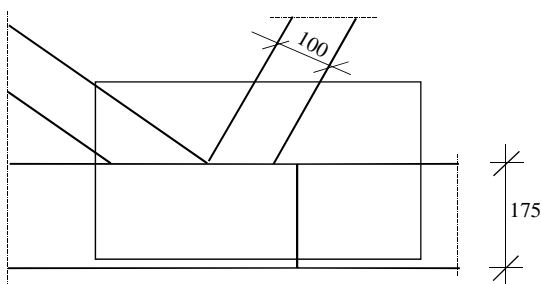
Bild 2. Söndrigt förbindningsbleck.

Figure 2. The broken plywood joint.

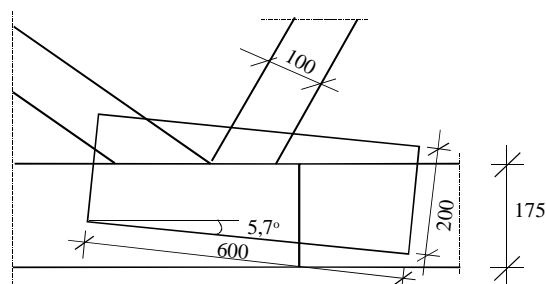
Lumen paksuus oli poliisin mittausten mukaan räystäällä 70 cm ja harjalla 36 cm. Kun lumen tiheydeksi arvioidaan Suomen ympäristökeskuksen mittaustietojen perusteella 200 kg/m^3 , lunta oli räystäällä 140 kg/m^2 ja harjalla 72 kg/m^2 . Suomen ympäristökeskuksen laskentamallin mukaan lunta oli maastossa Pihtiputaalla kyseisenä päivänä 90 kg/m^2 .

Liitoslevy poikkesi suunnitellusta. Eroa on havainnollistettu kuvassa 3. Sekä suunnitelmassa että toteutuksessa samaa liitoslevyä käytettiin sekä alapaarteen jatkamiseen että diagonaalisauvojen liittämiseen. Suunnittelun liitoslevyn kokoa ei ollut annettu piirustuksissa. Toteutetun liitoslevyn korkeus oli 200 mm ja se oli käännetty noin 6° vinoon alapaarteen pituussuuntaan nähden, jotta sitä voitiin käyttää myös diagonaalisauvojen liittämiseen.

Suunniteltu liitos:



Toteutettu liitos:



Kuva 3. Suunniteltu ja toteutettu murtunut liitos.

Bild 3. Planerad och realiserad fog som gått sönder.

Figure 3. The designed and implemented plywood joint.

Peilikuvavanerissa lujuudet eri suunnissa ovat erilaiset. Toteutetussa liitoksessa vanerin lujuudeltaan heikompi suunta oli alapaarteen pituussuunta. Heikomman suunnan vetolujuus on vanerikäsikirjan mukaan

$$f_{t,\perp,k} = 12,8 \text{ N/mm}^2$$

ja vahvemman suunnan

$$f_{t,\parallel,k} = 40,8 \text{ N/mm}^2.$$

Suunnitteluajankohdan suunnitteluohjeen RIL 120 mukaan vanerien vetokapasiteetit olivat vastaavasti $f_{t,\perp,k} = 15,4 \text{ N/mm}^2$ ja vahvemman suunnan $f_{t,\parallel,k} = 48,0 \text{ N/mm}^2$.

Edelliset perustuvat viime vuosikymmenen lopun koeaineistoon ja jälkimmäiset 30 vuotta vanhempaan koeaineistoon.

Kahdessa tehdyssä vetokokeessa saatiin vanerin vetolujuuksiksi $25,2$ ja $35,5 \text{ N/mm}^2$, kun vanerin vetosuunta oli sama kuin murtuneessa ristikossa.

Eri suuntien välinen vetolujuuksien suuri ero johtuu siitä, että puun vetolujuus syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa on käytännössä nolla ja koivuviilun vetolujuus on paljon korkeampi kuin havuviilun. Lisäksi koivuviiluja on enemmän, kun niitä on 4 kpl ja havuviiluja on 3 kpl.

Liitoksessa olleiden kahden vanerin vetokapasiteetti yhteensä on vanerikäsikirjan mukaan laskettuna

$$N_d = Af_{t,\perp,d} = 2 \cdot 9,8 \cdot 200 \cdot 12,8 = 50180 \text{ N} = 50,2 \text{ kN}$$

ja suunnitteluohjeen RIL 120:n mukaan laskettuna

$$N_d = Af_{t,\perp,d} = 2 \cdot 9,8 \cdot 200 \cdot 15,4 = 60360 \text{ N} = 60,4 \text{ kN},$$

kun kuormitusaika on hetkellinen eli noin viisi minuuttia ja käyttöluokka on 1 eli kuiva sätilä.

Rakennesuunnittelija oli käyttänyt ristikoiden suunnittelukuormana arvoa $q_d=3,96 \text{ N/mm}$, joka saadaan, kun katon omapaino on $0,9 \text{ kN/m}^2$ (yläpaarre $0,6 +$ alapaarre $0,3$) ja lumikuorma $1,8 \text{ kN/m}^2$. Siitä laskettuna liitokseen kohdistuu rakennesuunnittelijan laskelmien mukaan suunnitteluvoima $72,5 \text{ kN}$, joka on selvästi suurempi kuin mitä toteutettu vanerirakenne kestää.

Sortumahetkellä kuormitus oli kuitenkin pienempi kuin ristikon suunnitteluvoimaa laskeuttaessa. Lumikuorman voidaan arvioida olleen $1,2 \text{ kN/m}^2$ ja katon omapainokin oli todellisuudessa pienempi kuin laskelmissa käytetty arvo. Seuraavassa käytetään omapainolle arvoa $0,6 \text{ kN/m}^2$.

Näillä arvoilla saadaan murtohetkellä liitoksessa vaikuttavaksi voimaksi

$$F_{t,murto} = \frac{0,6 + 1,2}{3,96} 72,5 = 33 \text{ kN}$$

Kapasiteetti näyttää olevan suurempi kuin murtohetken vetovoima, joten tämän laskelman perusteella kyseisen liitoksen olisi pitänyt kestää sortumahetken kuormat. Todellisen liitoksen kapasiteetti oli kuitenkin pienempi ainakin kolmesta syystä:

- Pitkäaikainen kuormitus alentaa puun lujuutta. Kuormitusaika on ollut pidempi kuin 5 minuuttia, jonka vaikutus on vanerikäsikirjan mukaan 10 %.
- Vaneriin kohdistui sen vinosta asennosta vetovoiman lisäksi taivutusmomentti, koska liittimien painopisteet eivät osuneet samalle alapaarten suuntaiselle suoralle. Epäkeskisyyttä oli yhdestä murtuneesta liitoksesta mitattuna 19 mm. Tämän epäkeskisyyden aiheuttama lisäkuormitus on 57 %.
- Vanerin kosteus on todennäköisesti ollut suurempi kuin vanerikäsikirjan oletusarvo ja vanerin lujuus siten pienempi kuin vanerikäsikirjan perusarvo.

Nämä asiat voidaan huomioida redusointikertoimen k_{red} avulla, joka saadaan seuraavasti

$$k_{red} = \frac{0,9}{1,57} = 0,57$$

Paremmiin todellista tilannetta vastaava liitoksen kapasiteetti saadaan kertomalla vanerikäsikirjan ja suunnitteluohjeen RIL 120 mukaan lasketut murtovetovoimat tällä redusointikertoimella. Siten liitoksen kapasiteetti on vanerikäsikirjan mukaan 28,6 kN ja suunnitteluohjeen RIL 120 mukaan 34,4 kN. Nämä kapasiteetit ovat suunnilleen samat kuin murtohetken kuormilla laskettu voima. Vaikka koetuloksista saatiin suurempi lujuus kuin edellä laskennassa käytetyt arvot, niin on todennäköistä, että todellisessa rakenteessa on ollut koetuloksia heikompi kohta, koska kahden koetuloksen ero on suuri ja materiaalin lujuuksissa on näin ollen suuri hajonta.

Edellä olevat asiat riittävät selvittämään ristikon ja katon sortumisen. Ensiksi sortuu heikoin ristikko. Sortuneelta ristikolta kuormat siirtyvät viereisille ristikoille, joiden kuorma kasvaa noin 50 %, ja ne sortuvat. Lopputuloksena on koko katon sortuminen.

1.2 Lypsykarjapihatto

1.2.1 Rakennus

Lypsykarjapihaton rakennuslupa oli myönnetty maaliskuussa 2000. Rakennuksen kerrosala oli 597 m². Karjatilojen pinta-ala on vähän yli 300 m².

1.2.2 Tapahtumien kulku

Rakennuksen kattorakenteet sortuivat koko karjatilojen alueelta päivällä 2.4.2006. Sortuma huomattiin välittömästi. Katkenneet kattoristikot jäivät päistään ulkoseinien varaan. Samalla teräsbetoniset ulkoseinät halkeilivat ja toinen seinä kallistui ulospäin. Rakennuksessa oli tapahtuman aikaan 40 nautaa.

1.2.3 Pelastustoiminta

Tilan isäntä teki Keski-Suomen hätäkeskukseen hätäilmoituksen puhelimitse 2.4.2006 15.55.

Hätäkeskus hälytti paikalle seitsemän pelastusyksikköä. Pelastustoimet käsittivät nautojen irrottamisen parsista ja eläinten siirron suojaan.

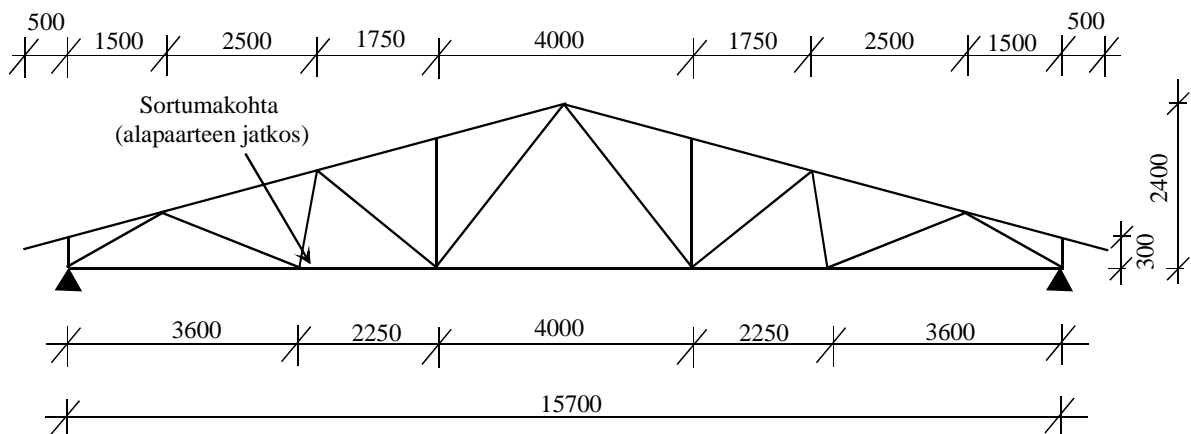
1.2.4 Henkilö- ja materiaalivahingot

Henkilövahinkoja ei ollut. Eläimistä kuoli yksi. Rakennuksen katto ja seinät vaurioituivat.

1.2.5 Rakenteen kuvaus

Kattokannatteina olivat harjamalliset puiset ristikot. Ristikoiden sauvojen nurkkaliitoksissa olivat sauvoihin naulatut vaneriset liitoslevyt. Ristikkorakenteesta on periaatekuva alla.

Ristikoista ei ollut saatavissa piirustuksia. Piirros on tehty sortumakohteen vieressä olleen varastorakennuksen kattoristikoista. Kattoristikoiden muoto ja jänneväli olivat samat kuin murtuneissa ristikoissa.



Kuva 4. Sortuneen ristikon periaatepiirros. Mitat ovat sauvojen keskilinjojen mittoja.

Bild 4. Principritning över fackverk som rasat. Måtten enligt stängernas mittlinjer.

Figure 4. Diagram of the collapsed truss. The dimensions given are those of the middle lines of the rods.

Ristikot tukeutuivat päistään teräsbetoniseiniin. Ristikoiden ala- yläpaarteet olivat sahatavaraa, jonka poikkileikkaus mitattiin paikalla ja se oli $44 \times 150 \text{ mm}^2$, ja vinot diagonaalisauvat vastaavasti sahatavaraa $44 \times 100 \text{ mm}^2$. Liitoslevyt olivat sekä 9,8 mm paksua peilikuvacombivaneria että 9,8 mm paksua koivuvaneria. Koivuvanerissa oli ristikkäin yhteensä 7 kpl 1,4 mm paksuja koivuviiluja ja peilivanerissa pintaviilun suuntaiset viilut (4 kpl) olivat 1,4 mm paksua koivuviilua ja pintaviiluja vastaan kohtisuorat sisäviilut (3 kpl ja paksuus 1,4 mm) olivat kuusta. Liitoslevyt oli naulattu ristikon sauvoihin konenauloilla $2,87 \times 64 \text{ mm}^2$ ristikon kummaltakin puolelta.

1.2.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät

Ristikko murtui alapaarteen jatkoksesta kuvaan 4 merkitystä kohdasta. Murtumisen syyinä oli vanerin vetomurto. Murtumiskohta on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Murtunut liitoslevy.

Bild 5. Söndrigt förbindningsbleck.

Figure 5. The broken plywood joint.

Maassa tehtyjen mittausten perusteella lumikuorma oli sortumishetkellä 1–1,3 kN/m². Ristikkopiirustukset ja laskelmat puuttuivat. Tutkijan paikalla tekemien likimääräisten piirustusten mukaan murtuneen alapaarteen liitokseen syntyi vetovoima

$$F_{t,murto} = 40 \text{ kN}$$

Murtovoimaa laskettaessa rakenteen omaksi painoksi on oletettu 0,6 kN/m² ja lumikuormaksi 1,2 kN/m² sekä ristikkoväliksi sortumapaikalla mitattu väli 1 200 mm.

Toteutetun kokoisen kahden koivuvanerin yhteenlasketuksi murtovetovoimaksi saadaan vanerikäsikirjan mukaan

$$N_d = Af_{t,\perp,d} = 2 \cdot 9,8 \cdot 200 \cdot 32,8 = 126560 \text{ N} = 126,6 \text{ kN ja}$$

suunnitteluohjeen RIL 120:n mukaan laskettuna

$$N_d = Af_{t,\perp,d} = 2 \cdot 9,8 \cdot 200 \cdot 36 = 141120 \text{ N} = 141,2 \text{ kN.}$$

Koivuvaneria heikomman peilivanerin, joka määrää yhden ristikon kantavuuden ja käytännössä koko katon kantavuuden edellisen kohdan mukaan

$$N_d = Af_{t,\perp,d} = 2 \cdot 9,8 \cdot 200 \cdot 12,8 = 50180 \text{ N} = 50,2 \text{ kN}$$

ja suunnitteluohjeen RIL 120:n mukaan laskettuna

$$N_d = Af_{t,\perp,d} = 2 \cdot 9,8 \cdot 200 \cdot 15,4 = 60360 \text{ N} = 60,4 \text{ kN.}$$

Sortuma alkoi peilivanerista, koska sen vetolujuus on vain 40 % koivuvanerin vetolujuudesta. Kahdesta vanerin vetokokeesta saatiin koetuloksiksi 14,4 ja 18,0 N/mm², jotka ovat käytännössä samat kuin edellä käytetyt vanerikäsikirjan arvot.

Kapasiteetti näyttää olevan suurempi kuin murtohetken vetovoima, joten tämän laskelman perusteella kyseisen liitoksen olisi pitänyt kestää sortumahetken kuormat. Todellisen liitoksen kapasiteetti oli kuitenkin pienempi ainakin kolmesta syystä:

- Pitkäaikainen kuormitus alentaa puun lujuutta. Kuormitus aika on ollut pidempi kuin 5 minuuttia, jonka vaikutus on vanerikäsikirjan mukaan 10 %.
- Vaneriin kohdistui sen vinosta asennosta vetovoiman lisäksi taivutusmomentti, koska liittimien painopisteet eivät osuneet samalle alapaarteen suuntaiselle suoralle. Epäkeskisyys oli yhdestä murtuneesta liitoksesta mitattuna 19 mm. Tämän epäkeskisyyden aiheuttama lisäkuormitus on 57 %.
- Vanerin kosteus on todennäköisesti ollut suurempi kuin vanerikäsikirjan oletusarvo ja vanerin lujuus siten pienempi kuin vanerikäsikirjan perusarvo.

Nämä asiat voidaan huomioida redusointikertoimen k_{red} avulla, joka saadaan seuraavasti

$$k_{red} = \frac{0,9}{1,6} = 0,56$$

Paremmiin todellista tilannetta vastaava liitoksen kapasiteetti saadaan kertomalla vanerikäsikirjan ja suunnitteluohjeen RIL 120 mukaan lasketut murtovetovoimat tällä redusointikertoimella. Siten liitoksen kapasiteetti on vanerikäsikirjan mukaan 35,6 kN ja suunnitteluohjeen RIL 120 mukaan 39,7 kN. Näin laskettuna liitoksessa vaikuttanut voima 40 kN oli suurempi kuin liitoksen kapasiteetti, joten liitoksen pettäminen on ymmärrettävää.

Lumikuorma on voinut olla myös edellä käytettyä arvoa suurempi, koska sortunut rakennus oli matalammalla kuin sen viereen myöhemmin rakennettu varastorakennus ja tarkastushetkellä tällä reuna-alueella oli kinostumaa. Suuri lumikuorma ei kuitenkaan selitä sortuman syytä, sillä liitoksen kapasiteetti oli joka tapauksessa riittämätön.

1.3 Yhteenveto ja vastaavien onnettomuuksien estäminen

Ristikot liitoksineen olivat paikallista tuotetta ja samantapaisesti koottuja ristikkoita on tehty Pihtiputaalla seitsemään rakennukseen, joista talvella 2006 sortuivat tässä esitetyt emäsikala ja lypsykarjapihatto. Näiden kahden sortuman jälkeen jäljelle jääneen viiden rakennuksen katolta poistettiin lumi.

Jäljellä olevat viisi ristikkorakennetta pitää tarkistaa ja liitokset tarvittaessa vahvistaa. Tarkistaminen vaatii ristikkopiirustusten teon valmiista rakennuksista, koska rakennepiirustuksia ja laskelmia ei ilmeisesti ainakaan kaikista ole saatavissa. Sortuneista rakennuksista ainoastaan emosikalarakennuksesta rakennusvalvonnalla oli ristikoista rakennepiirustukset ja -laskelmat. Lypsykarjapihatosta ei ollut ristikkosuunnitelmia saatavissa.

Toteutetunkaltaiset ristikkorakenteet on mahdollista suunnitella ja rakentaa niin, että ne täyttävät kantavilta rakenteilta edellytettävät vaatimukset. Tämä kuitenkin edellyttää, että rakenteet suunnitellaan oikein ja että ne toteutetaan suunnitelmien mukaisina.

Suunnitelmassa samalla liitoslevyllä oli sekä jatkettu alapaarre että vinot sisäsauvat oli liitetty alapaarteeseen. Liitoslevyn jännitysjakautuma on monimutkainen ja kyseisen kaltaisen liitos olisi syytä tehdä aina eri levyillä, ellei jännitysjakautumaa levyn sisällä erikseen lasketa. Toiseksi liitos oli toteutettu suunnitelmasta poiketen siten, että levy oli vain 200 mm korkea ja se oli asennettu vinoon alapaarteen pituussuuntaan nähden, jolloin siihen tuli vetojännityksen lisäksi taivutusjännitys, joka oli lähes 60 % vetojännityksestä. Kolmanneksi liitoslevy oli asennettu siten, että sen heikompi suunta oli sama kuin levyn rasi-tetumpi suunta. Ristikot eivät olisi pettäneet sortuman aikaisilla kuormilla, jos liitoslevyt olisi asennettu siten, että lujempi suunta olisi ollut vetorasituksen suuntaan.

2 KOULUN LIIKUNTASALIN LIIMAPUISTEN KATTOPALKKIEN PAINUMINEN JA HALKEILU LAUKAASSA 3.4.2006

2.1 Rakennus

Vaurio tapahtui 70-luvun alussa rakennetun ala-asteen koulurakennuksen liikuntasalissa, jonka pituus on 24 m ja leveys 13,4 m.



Kuva 6. Laukaan ala-asteen liikuntasali.

Bild 6. Gymnastiksalen i lågstadiet i Laukas.

Figure 6. The gym of Laukaa primary school.

2.2 Tapahtumien kulku

Laukaan kirkonkylän ala-asteen liikuntasalin kattorakenteissa havaittiin maanantaina 3.4.2006 kattopalkkien painuneen. Asia havaittiin, kun voimistelunopettaja yritti vetää kattopalkkeihin ripustettua rekkitelineen pystytankoa seinän vierestä paikalleen. Tanko otti kiinni lattiaan eikä vetäminen onnistunut. Samalla hän huomasi halkeamat, joita oli kaikissa yhdeksässä palkissa. Havainnon jälkeen ihmiset poistettiin tilasta. Palkit tuettiin ja lumi poistettiin katolta.

2.3 Pelastustoiminta

Varsinaista pelastustoimintaa ei ollut. Liikunnanopettaja ilmoitti kattopalkkien halkeamista koulun rehtorille, joka kutsui paikalle Laukaan kunnan palopäällikön ja kunnan rakennusvalvontaviranomaisen.

Liikuntasalin katto päätettiin tukea ja tukemisen jälkeen annettiin lupa poistaa katolle kertynyt lumi.

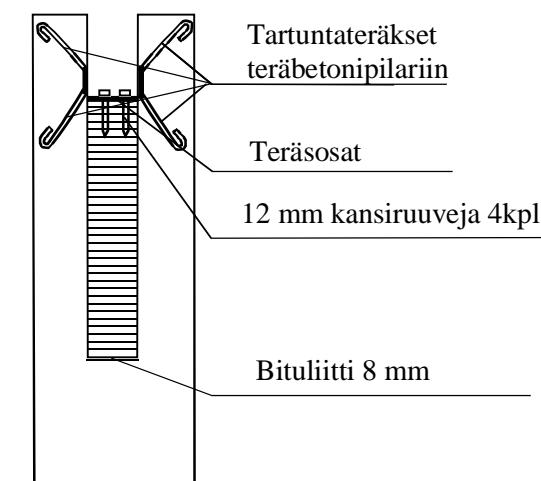
Koulun oppilaita ei päästetty liikuntasaliin. Hieman myöhemmin samana päivänä rehtori teki päätöksen koulupäivän päättämisestä ja oppilaiden lähettämisestä kotiin.

2.4 Henkilö- ja materiaalivahingot

Henkilövahinkoja ei tullut. Materiaalivahingot olivat vähäiset.

2.5 Rakenteen kuvaus

Kattokannatteina olivat suorat liimapuupalkit, jotka tukeutuivat päistään betonipilareihin. Liimapuupalkkien korkeus oli 800 mm ja leveys 140 mm. Jänneväli oli noin 13 m ja palkkien väli palkin keskeltä palkin keskelle 2,4 m. Palkeille tuli kuorma palkkien päällä olevien sekundaaripalkkien välityksellä. Pilarin ja palkin välinen liitos ilmenee kuvasta 7. Kuvan mukaan palkki tukeutuu alareunastaan pilariin.



Kuva 7. Palkin kiinnitys pilariin

Bild 7. Balkens fästning i pelaren.

Figure 7. Fastening of the beam to the pillar.

Palkit olivat teräsbetonipilarien hahlossa, jonka yläosassa oli tartuntateräkset. Tartuntateräksiin oli hitsattu teräslevy, jonka läpi palkkiin oli laitettu neljä kansiruuvia. Tämänkorkeisen liimapuupalkin korkeus muuttuu lähes senttimetrin normaalin lämmitetyn sisätilan vuotuisen kosteusvaihtelun vuoksi. Yläreunan ruuvituenta kuitenkin esti liimapuupalkin liikkumisen korkeussuunnassa, joten kuormittamaton tai vain vähän kuormitettu palkki oli periaatteessa ainoastaan ruuvien varassa. Palkin kuivuessa ja samalla kutistuessa

alareunaan syntyi rako eli palkki nousi irti tueltaan. Tätä kutistumisilmiötä tehosti pilarin ja palkin väliin asennettu bituliittilevy. Levyn puristuslujuus levyn tasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa oli paljon pienempi kuin puun vastaava arvo, joten levy painuu kuormitettuna kasaan. Liitos mitoitetaan yleensä siten, että puun puristuslujuus syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa käytetään täysin hyväksi.



Kuva 8. Halkeama palkin yläreunassa ja alhaalla oikealla rekkitelineen pystytanko.

Bild 8. Spricka i balkens övre kant och nere till höger stång i räckställning.

Figure 8. A crack in the upper edge of the beam, and down towards the right, the vertical bar of the bar apparatus.

2.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät

Ennen vaurioitumistaan palkki oli irti alustastaan ja painui siihen kiinni oman painon ja lumikuorman vaikutuksesta. Samalla palkin yläreunaan syntyi halkeama suunnilleen ruuvien alapäiden tasolle.

Vauriohetkellä lumikuorma oli mittausten mukaan noin 1,8 kN/m².

2.7 Vastaavien onnettomuuksien estäminen

Kiinteistönomistajien tulisi tarkastaa, ettei liimapuupalkkien alareunan ja liimapuupalkin tuen välillä ole rakoja. Jos rakoja on, niihin tulisi lyödä täytteeksi vaneri, teräslevy tai vastaava, jonka leveys on sama kuin palkin leveys ja pituus sama kuin palkin tukipituus.

3 SUPERMARKETIN BETONISTEN JULKISIVUELEMENTTIEN KAATUMISVAARA KARJAALLA 5.4.2006

3.1 Rakennus

Karjaan keskustassa oleva supermarket on rakennettu vuosina 1992–1993. Rakennus on elementtirakenteinen ja yksikerroksinen. Katolla on pysäköintitaso. Kyseessä on tavallinen supermarket, jossa myydään päivittäistavaroita. Lisäksi rakennuksessa on muutamia muita pienempiä liiketiloja.



Kuva 9. Yleiskuva rakennuksesta. Rakennuksen yläosassa näkyy pysäköintitasolla olevia autoja ja julkisivun korotusosia.

Bild 9. Överblick över byggnaden. I byggnadens övre del syns bilar på parkeringen samt förhöjningsdelar i fasaden.

Figure 9. A general view of the building. In the upper part of the building, cars on the parking deck and elevations in the façade are visible.

3.2 Tapahtumien kulku

Rakennuksen viertä kulkenut ohikulkija huomasi, että rakennuksen julkisivu oli monista kohdista silminnähden kallistunut ulospäin. Lisäksi julkisivuelementit pullistelivat ja olivat tosiinsa nähden enimmillään 4 cm verran eri tasoissa. Tilanne näytti siltä, että julkisivuelementit olisivat vaarassa kaatua jalkakäytävälle tai pysäköityjen autojen päälle. Mitään osia elementeistä ei kuitenkaan pudonnut tai ollut pudonnut.

3.3 Pelastustoiminta

Julkisivun pullistelun ja kallistumisen huomannut ohikulkija ilmoitti asiasta suoraan Länsi-Uudenmaan pelastuslaitokselle, jonka henkilöstöä tuli paikalle. Sekä pelastuslaitos että Karjaan kaupungin rakennustarkastaja pyrkivät selvittämään, aiheuttavatko rakennuksessa havaitut siirtymät vaaraa rakennuksen käyttäjille ja rakennuksen ulkopuolella liikkuville. Osa rakennuksen viereisestä pysäköintialueesta suljettiin.

Rakennustarkastaja lähetti kiinteistön ylläpidosta vastaavalle kirjeen, jossa kerrottiin havainnoista ja vaadittiin, että rakennukselle tehdään kuntotarkastus ja vaaratilanteet eli-

minoidaan. Kiinteistön ylläpidosta vastaava teetti kaksi erillistä selvitystä, jotka ovat olleet tutkintalautakunnan käytettävissä.

3.4 Henkilö- ja materiaalivahingot

Tapahtumapaikalla ei kyseisenä ajankohtana aiheutunut vahinkoja. Tällöin ainoastaan havaittiin jo aikaisempina vuosinakin havaitut siirtymät. Mikäli siirtymät korjataan, siitä aiheutuu korjauskustannuksia. Henkilövahinkoja ei aiheutunut.

3.5 Rakenteen kuvaus

Rakennuksen kantava runko koostuu betonipilareista, -palkeista ja ontelolaatoista. Ulkokuorena ovat julkisivuelementit, jotka ovat kerroslevy- eli sandwich-elementtejä. Elementtien ulkopinta on tiililaattaa. Ulkokuorena on 70 mm paksuinen betonilaatta ja sisäkuorena 120 mm paksuinen betonilaatta. Välissä on 150 mm lämmöneriste. Kokonaispaksuus on siten 340 mm. Pysäköintikansitason yläpuolisissa kohdissa lämmöneriste on ohuempi ja koko elementti on siten saman verran ohuempi.

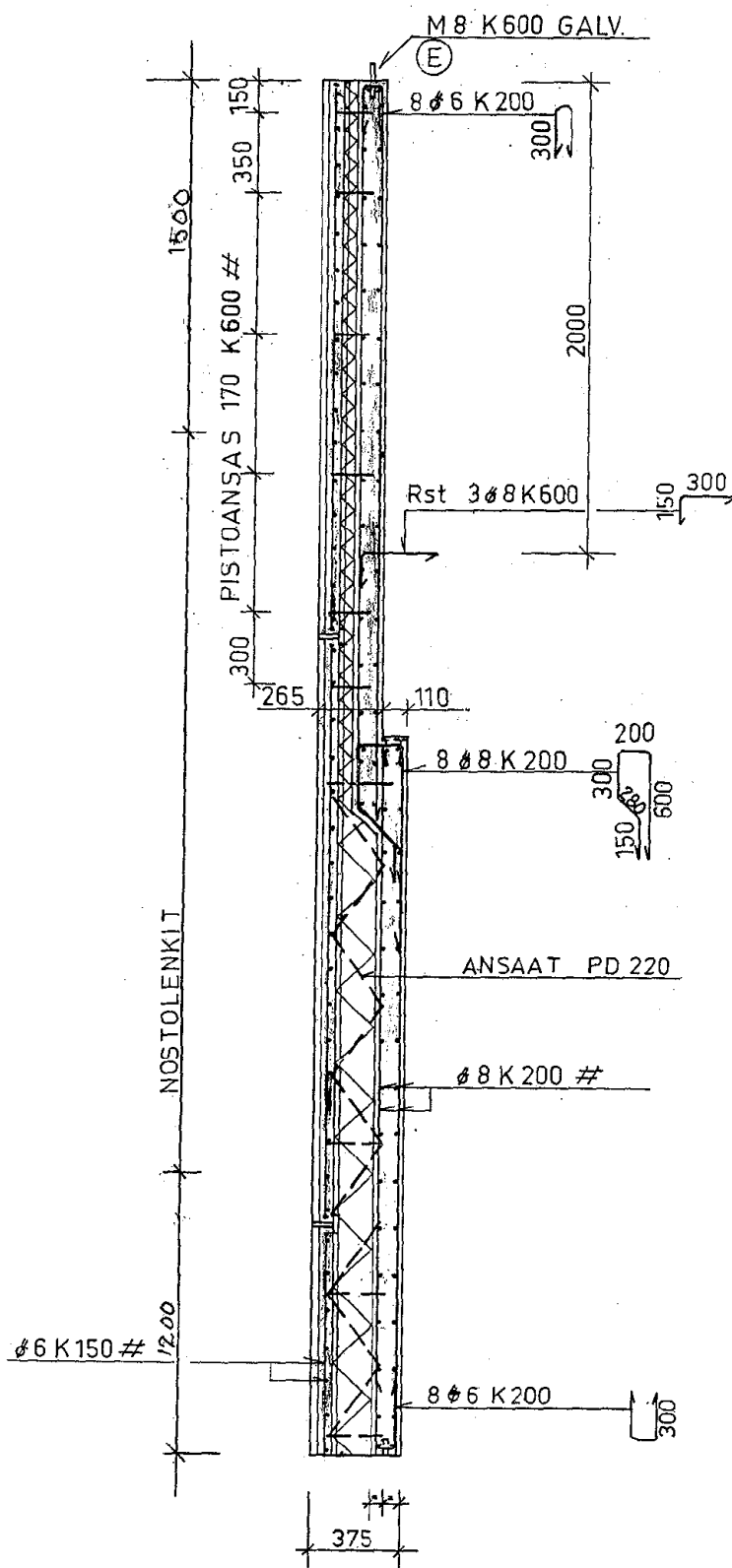
Elementit olivat erikokoisia, kuten ilmenee kuvasta 10. Esimerkiksi yksi korotusosan kohdan elementti oli leveydeltään 1,6 metriä ja korkeudeltaan 5,9 metriä. Kyseessä oli yksi alhaalta ylös asti ulottuva elementti, jonka ulkokuori on jaettu osiin vaakasaumoin. Korkeiden julkisivun osien väliset kohdat olivat samaten yhtä suurta elementtiä vaikka julkisivussa on useita saumoja. Esimerkiksi erään tällaisen elementin leveys oli 9,6 metriä ja korkeus 3,5 metriä. Pahimmat kallistumat olivat korkeiden elementtien yläosassa.



Kuva 10. Julkisivuelementtejä, jotka olivat silminnähden ulospäin kallellaan

Bild 10. Fasadelement som påtagligt buktar utåt.

Figure 10. Prefabricated sandwich elements of the façade, visibly slanting outwards.



Kuva 11. Erään korkean julkisivuelementin rakenne ja kiinnitystapa.

Bild 11. Konstruktion och fästning i högt fasadelement.

Figure 11. The structure and fastening of a high prefabricated sandwich element of the façade.

Kerroslevyelementit oli valmistettu kokonaisuudessaan elementtitehtaalla siten, että ulko- ja sisäkuori oli kiinnitetty toisiinsa ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla ansaililla. Tämänkaltaisissa kerroslevyelementeissä käytetään niin sanottuja diagonaaliansaita, jotka koostuvat kahdesta parrelangasta ja niiden väliin hitsaamalla kiinnitetystä diagonaalilangasta. Ansaat painetaan betoniin ennen sen kovettumista ja siten ne ankkuroituvat kuorielementteihin. Toinen parrelanka jää kokonaan sisemmän kuoren ja toinen parrelanka ulomman kuoren sisään. Ansaat ovat elementeissä pystysuunnassa ja ansaiden välin tulee olla enintään 600 mm.

Julkisivuelementit olivat alareunastaan perustuksen päällä ja sivusuuntainen siirtyminen eli esimerkiksi tuelta putoaminen on estetty tapeilla, joka on nivelkiinnitys. Elementtien yläosa kiinnittyy rakennuksen runkoon halkaisijaltaan 8 mm olevilla ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla ankkureilla 600 mm välein.

Rakennuksen kunnossapidosta vastaavat olivat havainneet julkisivuelementtien kallistumisen ja pullistelun jo viisi vuotta aikaisemmin, jolloin ongelman päätettiin johtuvan lumen auraamisesta julkisivuelementtien yläosaa eli kattotasanteen ulkoseiniä päin. Silloin tiettyihin elementteihin tehtiin lisäkiinnityksiä puluttaamalla elementit kattotasanteen paikallavalettuun reunapalkkiin. Koska pahimmat siirtymät olivat eräässä nurkassa, kyseiseen nurkkaan asennettiin teräsosat estämään lisäkallistumista. Vuonna 2004 rakennuksessa tehtiin muutostöitä, jonka yhteydessä päätettiin parantaa elementtien kiinnitystä kauttaaltaan ja läpipulttauskiinnityksiä tehtiin lisää.

3.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät

Julkisivuelementtien siirtymiä mitattiin rakennusvalvontaviranomaisen toimeksiannosta. Yhden seinän mittauksissa havaittiin elementtien kallistuneen siten, että yläpäässä ulkopinta oli 6–10 cm ulompana kuin alapäässä. Toisilla seinillä siirtymät olivat silmämääräisesti arvioituna vielä selvästi suuremmat.

Kiinteistön ylläpidosta huolehtiva teetti rakennusvalvontaviranomaisen vaatimuksesta kaksi erillistä selvitystä. Jälkimmäinen selvitys on ensimmäistä yksityiskohtaisempi. Selvityksen perusteella siirtymät olivat syntyneet sandwich-elementtien kuorien välisten ansakiinnitysten petettyä. Ansaiden parrelangat olivat edelleen kiinni kuorielementeissä, mutta diagonaaleja oli nurjahtanut. Selvityksessä ei todettu, että elementtien kiinnitys rakennuksen runkoon olisi pettänyt. Korkeat pysäköintitason yläpuolelle ulottuvat elementit olivat todennäköisesti poikki pysäköintitason kantavana rakenteena olevien ontelolaattojen korkeudelta.

Matalissa elementeissä ei ole selvityksen mukaan ulkokuoren irtoamisvaaraa, koska parrelangat olivat edelleen tukevasti kiinni betonissa. Sen sijaan korkeiden elementtien yläosa saattaa pysyä paikoillaan käytännössä sisäkuoren raudoituksen ja ulkokuoreen tehtyjen lisäkiinnitysten avulla. Kiinnityksen todettiin olevan toistaiseksi turvallinen, mutta pidemmällä aikavälillä elementtien kannatus tulee varmistaa muilla keinoilla.

Voima, joka on saanut aikaan elementtien liikkumisen, ansaiden pettämisen ja elementtien mahdollisen katkeamisen, on selvityksen mukaan peräisin todennäköisesti noin 50 x

60 m kokoisen pysäköintitason pintalaatan lämpöliikkeistä. Voiman siirtymisen on mahdollistanut pysäköintitason reunapalkin ja elementtien välissä ollut kova erotuskaistamateriaali. Pysäköintitason asfaltissa ei ollut lämpöliikkeitä tasaavia liikuntasauvoja, joten niitä ei todennäköisesti ole myöskään alapuolisessa betonilaatassa. Vaikutusta on voinut olla myös erotuskaistan ja elementin väliin kulkeutuneen veden jäätymisellä. Lisäksi julkisivuelementtien ulkokuorien kallistuminen on pahentanut kuormitustilannetta, kun ulkokuoren omapaino on alkanut taivuttaa elementtejä ulospäin.

Elementtien siirtymien lisäksi rakennuksessa oli useissa kohdissa jälkiä suurista siirtymistä ja esimerkiksi halkeamia, joita hyvässä rakennuksessa ei kuulu olla ja kyseessä on siten periaatteellinen suunnittelu ja rakennusvirhe. Halkeamia oli muun muassa kattotasanteen reunapalkissa. Lisäksi ainakin yhdessä kohdassa oli lisäksi havaittu julkisivuelementtien kantavan sisäkuoren siirtymiä, joita ei voida sallia.

Kun julkisivuelementtien kiinnityksiä oli aikaisempina vuosina lisätty, oli epäilty, että elementtien taipumat olisivat seurausta lumen auraamisesta kattotasanteella päin elementtejä. Vastaavanlaisia siirtymiä oli kuitenkin myös sellaisissa kohdissa, joissa lunta ei voida työntää seinää päin. Joissain kohdissa lumen työntö on saattanut osaltaan pahentaa tilannetta, mutta se ei ole ongelman perussy. On myös epäilty, että viereisen rakennustyömaan louhintatöillä olisi ollut vaikutusta, mutta vaurioiden laatu ja niiden jakautuminen joka puolelle rakennusta ei tue tätä epäilyä.

3.7 Vastaavien onnettomuuksien estäminen

Kyseisen rakennuksen ylläpidosta huolehtiva on teettänyt kaksi selvitystä, joiden tavoitteena oli selvittää siirtymien syyt ja mahdolliset korjaustarpeet. Jälkimmäisen selvityksen johtopäätöksenä oli, että yhdessä kohdassa havaittujen elementtien sisäkuorien siirtymien kasvaminen tulisi estää mahdollisimman pikaisesti. Lisäksi korkeiden elementtien yläosien yksityiskohtainen korjaussuunnittelu tulisi aloittaa, vaikka akuuttia vaaraa ei selvityksen mukaan olekaan.

Muiden rakennusten osalta vastaavat ongelmat voidaan torjua tekemällä rakennuksiin tarkastuksia, joissa tarkastetaan elementtien välisiä mahdollisia siirtymiä ja halkeamia. Jos niitä havaitaan, syy tulee selvittää. Lisäksi tulee selvittää, mitä vaurioita siirtymät ovat aiheuttaneet ja laatia korjaussuunnitelma.

4 MARKETIN LIIMAPUISEN KATTOPALKIN VAURIOITUMINEN KEITELEELLÄ 7.4.2006

4.1 Rakennus

Katon sortumavaara tapahtui Keiteleen kunnan keskustassa olevassa kaupassa. Rakennus on useassa osassa rakennettu kaupparakennus. Vanhin osa on rakennettu 50-luvulla. Rakennusta on laajennettu 1950- ja 60-lukujen vaihteessa sekä 1970-luvun puolivälissä. Rakennuksesta on purettu pois vanha hirsirakenteinen osa talvella 2003.



Kuva 12. Kauppa edestä ja takaa.

Bild 12. Affären från fram- och baksidan.

Figure 12. The shop front and back.

Kiinteistö on vuokrattu valtakunnalliselle vähittäiskauppaketjulle vuoden 2012 loppuun asti. Vuokrasopimuksessa on sovittu siitä, että vuokralainen vastaa ja huolehtii kustannuksellaan kiinteistön käyttö-, hoito-, huolto-, korjaus-, peruskorjaus- ja uusimiskustannuksista sekä niiden vaatimista toimenpiteistä. Vuokralainen huolehtii kustannuksellaan, että vuokrauskohte (kiinteistö) on koko vuokra-ajan rakennus-, palo-, terveys- ja muiden viranomaisten vaatimusten mukaisessa kunnossa.

4.2 Tapahtumien kulku

Kaupparakennuksen katto alkoi vaurioitua 7.4.2006 kello 19.35. Myymälän katosta kuului paukahdus ja samalla kattoa kannattavassa liimapuupalkissa havaittiin taipumaa sekä halkeamia. Myymälän asiakkaana olleet 8 henkilöä ja myyjä poistuivat rakennuksesta, jonka jälkeen paikalle saapui pelastuslaitoksen yksiköitä Keiteleen paloasemalta.

4.3 Pelastustoiminta

Pohjois-Savon hätäkeskus vastaanotti kello 19.36 hätäilmoituksen, jonka mukaan Keiteleellä sijaitsevan kaupan katto alkaa romahtaa. Hätäkeskus hälytti kohteeseen Keiteleen paloaseman kaksi yksikköä, pelastustoimen päällystöpäivystäjän ja poliisipartion. Lisäksi hätäkeskus ilmoitti tapahtuneesta Onnettomuustutkintakeskuksen päivytykselle.

Pelastusyksiköiden henkilöstö tuki ensin murtuneen palkin puisilla pilareilla ja sen jälkeen he poistivat lumikolilla liikkeen katolta lumet lisäsortumien estämiseksi. Lumikuorman poistamisen jälkeen taipunut palkki nousi normaaliasentoon.

4.4 Henkilö- ja materiaalivahingot

Vaaratilanne ei aiheuttanut henkilövahinkoja. Materiaalivahingot olivat melko vähäiset. Kauppa oli suljettuna rakennustarkastajan päätöksellä kolme päivää rakennuksen turvallisuuden selvittämisen vuoksi.

4.5 Rakenteen kuvaus

Kattokannatteina olivat vanhimmassa osassa suorat ulokkeelliset liimapuupalkit, joiden tukiväli oli 10,4 m ja ulokkeen pituus 3 m. Palkkien väli oli vanhassa osassa 3,8 m ja 70-luvulla rakennetussa osassa 4,2 m. Vaurio tapahtui vanhan osan reunapalkissa. Palkin korkeus oli 855 mm ja leveys 90 mm. Palkit tukeutuivat 300x200 teräsbetonipilareihin.

Katto oli pulpettikatto, joka oli tehty rakentamalla liimapuupalkkien päälle vino korotus.

Liimapuupalkkien kaksi ulointa vetopuolen lamellia oli jatkettu vinojatkoksien ja sisälamelit sormijatkoksien. Vinojatkoksia käytettiin palkkien tekoaikana yleisesti, kun haluttiin saada luotettava vetorasitusta kestävä liitos. Liimana oli käytetty kellertävää kaseiiniliimaa, joka on jo vuosikymmeniä korvattu punaruskealla RF-liimalla (resorsinolifenoli).

4.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät

Liimapuupalkin murtumisen syy oli sen alimman vetolamellin murtuminen vinojatkoksen liimauksesta. Tästä murtuma eteni seuraavaan lamelliin vinona halkeamana ja tästä edelleen sormijatkokseen. Kun palkki saatiin tuettua ja lumi poistettiin katolta, oli korkeussuunnassa noin kolmannes palkin alareunasta murtunut. Murtokuvio on osittain näkyvissä kuvassa 13.



Kuva 13. Murtumisen eteneminen palkissa. Tukipilari palkin alle on asennettu vaurion havaitsemisen jälkeen.

Bild 13. Bräckage i balk. Stöpelaren under balken har installerats efter att skadan upptäckts.

Figure 13. The progress of breakage in the beam. The support pillar under the beam was installed after the damage was detected.

Kaupun ympäristössä oli lunta 8.4.2006 tehdyn mittauksen perusteella noin 52 cm ja lumen määrä oli 128 kg/m². Pelastushenkilöstön mukaan katon pidemmällä lappeella (vauriopuoli) oli lunta noin 50 cm ja toisella, lyhemmällä lappeella 40 cm. Lunta oli ollut rakennuksen katon vaurioituneella puolella siten enimmilläänkin alle 130 kg/m². Arvo ei ylittänyt mitoituskuormaa 1,8 kN/m² (≈180 kg/m²), mutta oli kuitenkin kantokyvyltään heikentyneelle liimapuupalkille liian suuri.

Taustatekijät

Murtunut palkki oli 50-luvulla rakennetussa osassa reunimmainen palkki ja sille tuli kuormaa sekä vanhasta osasta että uudesta osasta. Vanhan osan palkkien k-väli oli 3,8 m ja uudemman osan 4,2 m, joten vaurioituneelle palkille voidaan katsoa tulleen kattokuormaa noin 4 m leveydeltä. Koska palkki oli vanhan rakennusosan päätypalkki, on mahdollista, että siihen on kohdistunut suurempi kosteusrasitus kuin muihin palkkeihin.

Seuraavassa tarkastellaan sitä, oliko palkki mitoitettu oikein normien mukaista lumi-kuormaa ajatellen. Jos rakenteen omapainona käytetään kuormaa 0,6 kN/m² ja lumi-kuormana 1,8 kN/m², niin suurin palkin taivutusjäännitys on

$$\sigma_b = 10 \text{ N/mm}^2$$

Käytettävissä ei ole rakentamisajankohdan puunormeja, mutta vuodelta 1970 olevassa puunormissa RIL 63 b liimapuun sallittu taivutusjäännitys lujuusluokassa T400 on 155

kp/cm² (= 15,5 N/mm²) ja lujuusluokassa T 300 130 kp/cm² (= 13 N/mm²), joten mitoituksuormista aiheutuva jännitys on pienempi kuin sallittu jännitys. Siten palkki oli aikanaan mitoitettu oikein. Vaurioajankohtana lumikuorma oli 1,3 kN/m², joka on selvästi vähemmän kuin suunnittelun perusteena käytetty lumikuorma.

Tarkastuksen yhteydessä havaittiin myös toisessa palkissa samanlainen murtuminen alimmassa vinojatkoksessa. Todennäköiset halkeamat ja auenneet jatkokset eivät välttämättä ole näkyvissä, koska palkkeja oli ehostettu käyttämällä runsaasti tasoitetta ennen maalausta. Tasoitetta oli laitettu halkeamiin, mikä oli havaittavissa vaurioituneissa kohdissa.

4.7 Vastaavien onnettomuuksien estäminen

Kaseiiniliimalla liimatut lamellien vetojatkokset ovat harvinaisia ja ne todennäköisesti katoavat lähivuosina rakennusten purkamisen takia. Kyseisen liiman käyttö on lopetettu 1970-luvun alussa.

Havaitut liimapuupalkkien vauriot on aina asiantuntijan tarkistettava ja ryhdyttävä tarvittaessa korjaustoimenpiteisiin. Yksiaukkoisen palkin jännevälin keskialueella on kiinnitettävä huomiota palkin alimman lamellin, erityisesti lamellien jatkosten, kuntoon. Tukien lähellä vastaavasti on kiinnitettävä huomiota palkin korkeuden puolivälissä oleviin halkeamiin. Palkkien ehostaminen tasoittamalla ja maalaamalla ei ole korjaustoimenpide, vaan rakennesuunnittelijan on tehtävä kohdekohtainen suunnitelma ja korjaus tehtävä suunnitelman mukaan.

5 MYYMÄLÄN KATON ROMAHTAMINEN HAAPAJÄRVELLÄ 8.4.2006

5.1 Rakennus

Vuonna 1997 rakennettu myymälä sijaitsee Haapajärven kaupungin keskustassa. Se on pääosin yksikerroksinen myymälärakennus, jonka runko on myymälätilojen alueella pääosin puurakenteinen. Toimisto- ja sosiaali-tilojen alue on kaksikerroksinen. Rakennuksen kerrosala on 2 605 m² ja kokonaisala väestönsuoja mukaan lukien 2 681 m². Sen tilavuus on 11 500 m³.



Kuva 14. Pelastuslaitoksen vauriokohdasta ennen romahdusta ottama kuva.

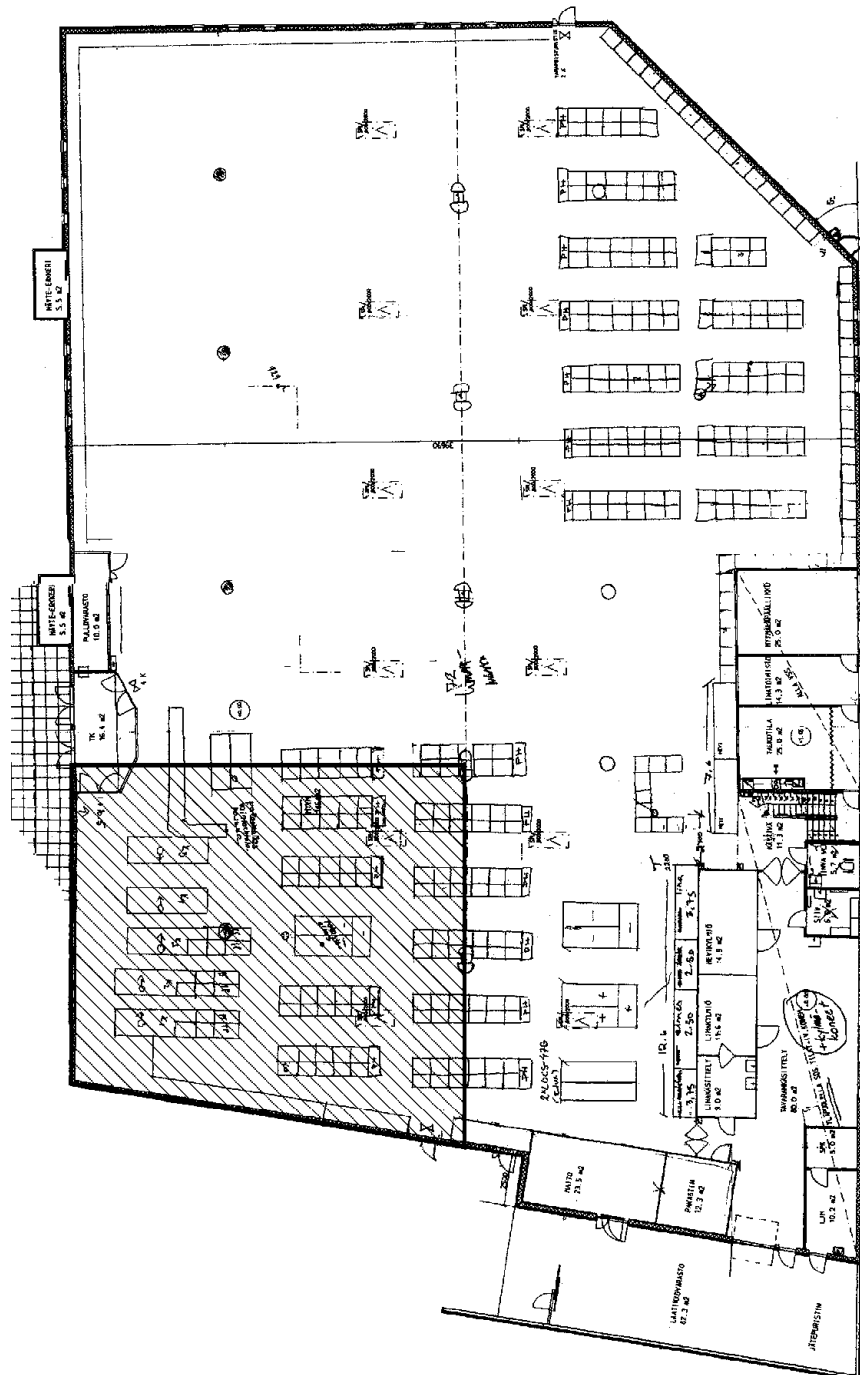
Bild 14. Räddningsverkets bild av skadan före raset.

Figure 14. A photo taken by the rescue authorities of the damaged spot prior to the collapse.

5.2 Tapahtumien kulku

Lauantaina 8.4.2006 aamulla kello 6.30 jälkeen ensimmäiset työntekijät tulivat paikalle, jolloin kaikki oli normaalia. Eräs henkilökuntaan kuuluvista purki kuormaa, kun hän huomasi, että kassa-alueella sähköjohtoja sisältänyt palkki oli kääntynyt, niin että kukkateline oli siirtynyt. Telinettä ei saatu siirrettyä takaisin paikalleen ja tapahtunutta hieman ihmeteltiin. Hänestä näytti myös, että katto oli vino, mutta hän epäili silmälasien vääristävän.

Heti liikkeen avaamisen jälkeen kello 8 tulivat ensimmäiset asiakkaat. Tämän jälkeen kassojen läheisyydessä kuului pieni raksaus. Hetken kuluttua noin kello 8.25 kuului voimakasta rutinaa ja pamahdus. Samassa toinen kassoista huusi, että katto putoaa, kaikki ulos. Henkilökunta kuuli huudon ja alkoi ohjata asiakkaita ulos myymälästä.



Kuva 15. Myymälän pohjapiirros. Kattoromahdus tapahtui kuvan vasempaan alanurkkaan viivoituksella merkityllä alueella.

Bild 15. Affärens planritning. Taket rasade på det streckade området nere i vänstra hörnet.

Figure 15. Floor plan of the store. The roof collapsed in the area indicated with lines in the lower left corner of the plan.

Henkilökunta soitti hätäkeskukseen kello 8.34 ja ilmoitti tapahtuneesta. Soittaja sai toimintaohjeita, joiden mukaan kaupasta poistuneet henkilöt ohjattiin liikkeen pihalle turvallisen matkan päähän rakennuksesta. Henkilökunta ilmoitti tapahtuneesta myymälän johtajalle, joka tuli paikalle.

Ensimmäiseksi pelastusyksiköt varmistivat, ettei rakennuksessa ole ketään sisällä. Päälystövarallaolijan P3 johdolla arvioitiin rakennuksen katon sortumisvaara niin suureksi, ettei sisälle rakennukseen saanut mennä. Sisäkatosta roikkui kattolevyjä ja muuta kattoon kiinnitettyä materiaalia. Tämän jälkeen arvioitiin mahdollisuutta vähentää lumi-kuormaa katolta ja kutsuttiin paikalle rakennusalan ammattilaisia. Tilannetta arvioitiin pelastusajoneuvon nostokorista rakennuksen katon tasalta. Tällöin todettiin muun muassa rakennuksen päätyseinän yläosan pullistuvan ja kattorakenteiden taipuvan alaspäin. Samalla, kun tilannetta tarkasteltiin, rakennuksen vaurioita kuvattiin.

Kello 9.54 rakennuksen kattoa romahti julkisivun puolelta noin 20 metrin matkalta lastaussillan puoleisesta päästä noin 350 m² suuruinen alue. Samalla rakennuksen päätyseinä etulapteen osalta kaatui ulospäin. Seinä osui kaatuessaan pelastushenkilöstöä likimäärin seinän yläpään korkeudella kannattaneeseen nostolavaan sekä sen ajoneuvon.

5.3 Pelastustoiminta

Jokilaakson Hätäkeskus sai ilmoituksen onnettomuusvaarasta kello 8.35. Hätäkeskus hälytytti hälytysohjeen mukaisesti komppanialähdön¹. Ensimmäisenä tapahtumapaikalle saapui hälytysvarallaolovuorossa ollut Haapajärven P3 kello 8.37, joka myös otti johtovastuun pelastustoiminnan johtamisesta. Kello 8.42 tapahtumapaikalle saapui Haapajärven kolme pelastusyksikköä ja kello 8.47 mennessä tapahtumapaikalle oli saapunut viisi pelastusyksikköä.

Komppanialähtöön kuului Haapajärven paloaseman yksiköiden lisäksi yksiköitä Nivalan, Reisjärven, Pyhäjärven, Kärsämäen ja Sievin paloasemilta. Yksiköt olivat paikalla noin puolen tunnin kuluessa hälytyksestä.

Tapahtumapaikalla pelastuslaitoksen yksiköt eristivät tapahtumapaikan ja tekivät pikatiedustelun myymälän sisätiloihin varmistuakseen siitä, ettei ketään ollut jäänyt sisälle rakennukseen.

Tapahtumapaikalle tuli myös Haapajärven poliisilaitoksen poliisipartio, jolle pelastustoiminnan johtaja P3 antoi kuitenkin luvan poistua tapahtumapaikalta, koska alue oli saatu jo eristetyksi ja paikalla oli riittävästi pelastuslaitoksen väkeä huolehtimassa alueen eristämisestä ja pelastustoiminnasta.

¹ Pelastustoiminnan muodostelmia ovat sisäasiainministeriön toimintavalmiusohjeen (A:71/2003) mukaan pelastusyksikkö, pelastusjoukkue ja pelastuskomppania. *Pelastusyksikkö* koostuu johtajasta, kuljettajasta sekä vähintään yhdestä ja enintään kolmesta työparista. *Pelastusjoukkue* koostuu johtajasta, vähintään kolmesta ja enintään viidestä pelastusyksiköstä. *Pelastuskomppania* koostuu johtajasta, pelastustoiminnan johtajaa avustavasta esikunnasta, vähintään kolmesta ja enintään viidestä pelastusjoukkueesta.

Alueen eristämisen ja sisätarkastuksen jälkeen pelastuslaitos avusti rakennusalan asiantuntijoita tutustumaan rakennuksen vaurioihin nostolava-autolla.

Tapahtumapaikalla pelastustoimien johtovastuu vaihtui kello 10.30, jolloin johtovastuun otti Pyhäjärven P3. Viimeinen pelastuslaitoksen yksikkö poistui tapahtumapaikalta illalla kello 20.22.

5.4 Henkilö- ja materiaalivahingot

Onnettomuus ei aiheuttanut henkilövahinkoja liikkeen henkilökunnan ripeän toiminnan johdosta.

Henkilökunnalle järjestettiin työnantajan toimesta vielä onnettomuuspäivänä 8.4.2006 yhteinen tilaisuus, johon osallistui koko henkilökunta ja yrityksen johtaja. Lisäksi henkilökunnalle järjestettiin seuraavan viikon tiistaina 11.4.2006 uusi kokoontuminen työterveyslääkärin ja työterveyshoitajan johdolla. Myös tähän tilaisuuteen osallistui koko henkilökunta ja yrityksen johto. Mainittujen kokoontumisten lisäksi henkilökunnalla oli mahdollisuus käydä henkilökohtaisella vastaanotolla työterveyshuollossa.

Sortuman aiheuttamat välittömät kaluste-, tuotemenetykset, raivaus- ja korjauskustannukset ovat yhteensä noin 500 000 €.



Kuva 16. Romahtaneen alueen koko oli noin 350 m². Kyseisellä alueella olivat muun muassa kassat ja sisäänkäyntialue.

Bild 16. Taket rasade på en yta av cirka 350 m². På området fanns bl.a. kassorna och ingången.

Figure 16. The size of the collapsed area was approximately 350m². The area in question housed, for instance, the checkouts and an entrance.

5.5 Rakenteen kuvaus

Myymäln katon kannattajina toimivat naulalevyristikot, joiden jännemitta on noin 19,5 m ja puutavaran leveys 42 mm. Rakennuksen ulkoseinällä ristikot tukeutuvat seinään, joka oli pääosin puurakenteinen, mutta isojen ikkunoiden alueella teräsrakenteinen. Rakennuksen keskilinjalla ristikoiden alla kantavana päärunkona ovat teräspilareihin tukeutuvat liimapuupalkit.

Ristikoiden ja koko kattorakenteen vaakatuennan hoitamiseksi on ullakkotilassa osa ristikko- ja rakennesuunnitelmissa esitetyistä vinositeistä. Ainakin ristikoiden puristettujen diagonaalien vinositeistä osa puuttuu. Puutteet eivät kuitenkaan aiheuttaneet sortumaa, sillä kyseinen alue pysyi ylhäällä. Rakennuksen vesikatteenä on huopa, jonka alla ristikoiden yläpaarteeseen kiinni naulattuna on umpinainen raakaponttilaudoitus.

Myymäln sisääntulo- ja kassa-alueen yläpuolelle vesikatolle oli rakennettu korotusosa katon kannattajina toimivien naulalevyristikoiden päälle. Rakennesuunnitelmien mukaan kattoristikoiden päälle oli naulattu ristikoiden suuntaan nähden kohtisuoraan olevat vaakajuoksut, joiden päältä lähti korotusosan pystyrunko. Vaakajuoksujen keskiöväli oli 1 600 mm. Ristikkosuunnitelmissa oli maininta, että ristikon yläpaarteiden maksimiruodeväli on 300 mm. Korotusosaan ristikoiden yläpuolelle oli tehty suunnitelmiin merkittäviä vinositeitä vaakasuuntaista jäykistämistä varten. Suunnitelmista tai rakenteista ei kuitenkaan käynyt selville, miten ristikoiden yläpaarteiden nurjahdustuennan edellyttämät vaakakatoivoimat olisi siirretty edelleen jäykistäville pystyrakenteille, esimerkiksi voiman suuntaisille seinille.

5.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät

Onnettomuuspäivänä katolta otettiin luminäytteitä lumen painon määrittämiseksi. Mittausten mukaan lunta oli katolla 150–170 kg/m², joka on vähemmän kuin katon suunnittelukuorma normaalialueilla 1,8 kN/m². Kinostusalueilla korkeamman katon osan vieressä lumikuorma oli suunnitelmien mukaan suurimmillaan 3,6 kN/m².

Kattoristikot oli suunniteltu ja valmistettu rakentamisajan ohjeiden edellyttämällä tavalla, mutta ristikoiden tuennassa oli puutteita. Ristikoiden yläpaarre tulee tukea siten, että se ei pääse pystykuormituksen seurauksena taipumaan sivulle joko paikallisesti tai koko ristikon pituudelta. Paikallisen taipuman estämiseksi ristikkosuunnitelmassa on maininta ”yläpaarteiden maksimiruodeväli 300 mm”. Tämä maininta ei ota kantaa siihen, miten ruoteen siirtyminen estetään vaan tätä varten ristikkosuunnitelmassa on merkintä ”Kokonaisjäykistys päärakennesuunnittelijan mukaan”. Rakennesuunnittelijan yläpohjasuunnitelmaan oli merkitty jonkin verran vinositeitä estämään ristikoiden vaakasuuntaista siirtymistä. Yläpaarteiden sivulle taipumisen estäminen oli kuitenkin pääosin vesieristeen alapuolisen umpilaudoituksen varassa. Kattorakenne ei pettänyt alueella, jossa ristikoiden yläpaarteeseen oli naulattu vesieristeen aluslaudoitus.

Vesikaton korotusosan alueella vesieristeen alapuolinen umpilaudoitus oli korotusosan katolla. Ristikoiden yläpaarteiden tasossa oli korotusosan aluspuuna vaakajuoksut, joiden keskiöetäisyys oli 1 600 mm. Tehtyjen tarkistuslaskelmien mukaan ristikoiden käyttöaste

oli suunnittelukuormalla 90 %, kun yläpaarten vaakatukiväli oli 300 mm. Vaakatukivälin ollessa 1 600 mm oli käyttöaste laskennallisesti 498 %. Tämä merkitsee, että korotusosan alueella ristikoiden kantavuus oli vain noin viidesosa vaadittavasta.

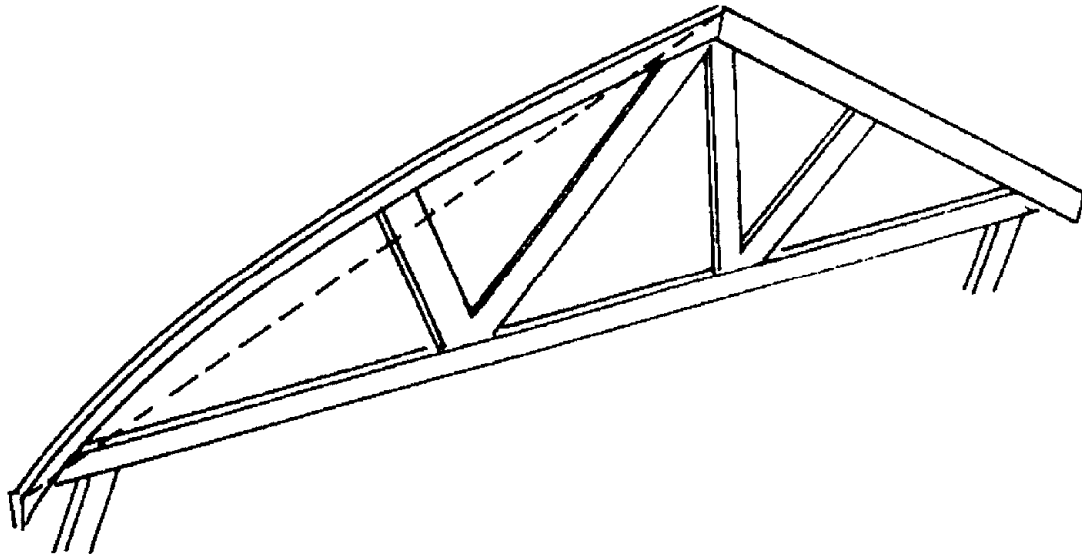
Katon sortuminen alkoi 8.4.2006 aamulla kello 8.35, jolloin katto taipui kymmeniä senttejä. Katto sortui lopullisesti kello 9.54 eli se pysyi ylhäällä vielä lähes 1,5 tuntia. Tänä aikana tapahtumia seurattiin silmämääräisesti ja rakennuksesta ja sen rakenteista otettiin myös valokuvia. Valokuvat osoittavat, että katon korotusosan alueella ristikoiden yläpaarteita oli taipunut sivulle kohti sortunutta päätyseinää ja osa yläpaarteista oli katkenut. Tämä merkitsee, että joidenkin ristikoiden kantokyky oli jo pettänyt kokonaan. Katto pysyi ylhäällä ilmeisesti korotusosaa jäykistävien runko- ja siderakenteiden avulla. Ristikoiden yläpaarteet työnsivät sivulle taipuessaan ulkoseinää ulospäin, sillä alueella ei ilmeisesti ollut siteitä, jotka olisivat siirtäneet tukivoiman edelleen jäykistäville rakenteille.



Kuva 17. Palokunnan ennen romahdusta ottama kuva yläpohjasta. Kuvassa yläpaarteita, joista yksi on taipunut ja kaksi katkennut jatkoksen kohdalta.

Bild 17. Brandkårens bild av översta bjälklaget innan taket rasade samman. På bilden övre flänsar, varav en är böjd och två har gått av vid skarven.

Figure 17. Photo of the roof structures, taken by the fire brigade prior to the collapse. The photo shows rafters, one of which is bent and two of which are broken at the extension joint.



Kuva 18. Periaatekuva kattoristikon yläpaarteiden nurjahtamisesta. Kuva esittää yksinkertaista tilannetta, jossa yläpaarre nurjahtaa koko lappeen pituudelta.

Bild 18. Principbild av knäckt övre fläns i fackverket. Bilden beskriver en enkel situation där den övre flänsen har knäckts över hela kantlängden.

Figure 18. A diagram of the buckling rafter of a roof truss. The picture shows a simple case of the rafter buckling throughout the pane of the roof.

Taustatekijät

Rakentaminen toteutettiin KVR-urakkana, eli kohteen suunnittelijat olivat urakoitsijana toimineen rakennusliikkeen palveluksessa. Vesikaton naulalevyristikot suunniteltiin oli hankittu ristikkotehtaalta, joka suunnittelutti ristikot siihen erikoistuneessa suunnittelu-toimistossa. Urakoitsija sai ristikkosuunnitelmat ristikoiden toimittajalta ja lähetti ne edelleen kaupungin rakennustarkastajalle. Ristikkosuunnitelmissa on rakennusvalvontaviraston leimaus. Niissä ei ole kuitenkaan normaalin käytännön mukaista rakennesuunnittelijan allekirjoitusta tähän varatussa paikassa. Ristikkosuunnitelmat eivät käyneet missään vaiheessa rakennesuunnittelijalla. Tämän seurauksena rakennesuunnittelija ei ollut tietoinen yläpaarteiden nurjahdustukivälistä, joka sai olla enintään 300 mm.

Myymälä rakennuksen katosta oli kuulunut rasahduksia jo valmistumisen jälkeisenä ensimmäisenä talvena. Tällöin oli todettu myös halkeamia katon alapinnan verhouksetyöjien saumoissa.

Pitkät naulalevyristikot tarvitsevat kuormitettuna hyvin runsaasti vaakasidontaa säilyttääkseen stabiilitensä. Tuentatarpeen määrittelee ristikkosuunnittelija, joka on tavallisesti sopimussuhteessa ristikon toimittajaan. Tämä lähettää yleensä ristikkosuunnitelmista kaksi kopiota suoraan kohteen rakennesuunnittelijalle ja yhden kopion ristikkotoimituksen mukana työmaalle. Kaikissa tilanteissa ristikkotoimittaja ei tavoita suoraan rakennesuunnittelijaa ja toimittaa hänelle tarkoitetut kopiot tällöin esimerkiksi työmaalle. Prosessin tulisi kuitenkin varmistaa, että ristikkosuunnitelmat menevät aina myös kohteen rakennesuunnittelijalle. Tämä tarkistaa ristikon päämitat sekä kuormitustiedot. Samoin rakennesuunnittelija poimii ristikkosuunnitelmassa esitetyt tukipintatiedot sekä pu-

ristettuja sauvojen nurjahdustuentavaatimukset ja esittää omissa rakennesuunnitelmissaan tarpeelliset ristikkosuunnitelmia täydentävät tuentatiedot. Tämä prosessi on haavoittuva ja sen pettäminen on taustatekijänä useissa viime aikojen ristikkokattojen sortumissa ja muissa vaurioissa. Tarkastettuaan ja allekirjoitettuaan ristikkosuunnitelmat rakennesuunnittelija lähettää ne edelleen rakennusvalvontaviranomaisille.

5.7 Vastaavien onnettomuuksien estäminen

Tutkinnan aikana osa lautakunnan jäsenistä tutustui muihin vastaavan tyyppisiin rakennuksiin. Niissä todettiin yleisesti erilaisia puutteita naulalevyristikoiden nurjahdustuenassa. Tilanteen parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien välttämiseksi tulisi ryhtyä toimenpiteisiin, jotta olemassa olevien pitkäjänteisten naulalevyristikkorakenteiden nurjahdustuenta tarkistetaan. Ympäristöministeriön 6.7.2006 julkaistussa kirjeessä (liite 2) esitetyt NR-ristikoista rakennettujen kattojen tarkastustoimenpiteet tulisi ehdottomasti toteuttaa kirjeen esittämässä laajuudessa.

Uusien kohteiden toteutuksessa voitaisiin ottaa käyttöön esimerkiksi seuraavia menettelyjä:

- Asetetaan ristikkotoimittajalle vaatimus toimittaa ristikkosuunnitelmat aina myös suoraan kohteen rakennesuunnittelijalle, eli ristikoiden suunnittelutiedot antaneelle.
- Määrätään ristikkotoimittajalle velvollisuus osallistua kohteen runkokatselmuksen kohteissa, joissa käytetään jännemitaltaan yli 15 m naulalevyristikoita.
- Rakentamismääräyskokoelman suunnittelijapätevyyskoskevaan osaan tehdään muutos, jossa rakennesuunnittelijalta vaaditaan AA-luokan puurakenteiden suunnittelijapätevyys kohteissa, joissa käytetään jännemitaltaan yli 15 m naulalevyristikoita.
- Edellä mainitun sijasta luodaan rakennesuunnittelijoille erillinen pätevyysjärjestelmä naulalevyristikkokohteiden suunnittelijaksi hankkeissa, joissa käytetään jännemitaltaan yli 15 m ristikoita.

6 URHEILUHALLIN KATON TERÄSPOIMULEVYJEN PAINUMINEN JYVÄSKYLÄSSÄ 8.4.2006

Vaurion kohteena oli Jyväskylän Rautpohjassa sijaitseva kaarikattoinen liikunta- ja tutkimushalli. Vaurio tapahtui liikuntahallin katossa, jonka alla oli täysimittainen juoksurata ja sen keskellä palloilukenttä.

Halli on rakennettu vuonna 1991. Jyväskylän kaupunki myönsi hallin rakennusluvan 12.11.1990.



Kuva 19. Lumen ja jään valumisesta aiheutuneen vaurion sijainti on siipirakennuksen toiseksi ylimmällä kattotasolla seinämän takana noin metrin korkeammalla kuin katosta ylös pistävä ilmastointiputki.

Bild 19. Skadan till följd av snö och is finns på flygelbyggnadens näst högsta taknivå bakom väggen, cirka en meter högre än ventilationsröret som sticker upp genom taket.

Figure 19. The damage, caused by slided snow and ice, is located on the second-highest roof level of the wing, behind the wall, approximately one metre higher than the ventilation duct sticking up from the roof.

6.2 Tapahtumien kulku

Vaurio tapahtui 8.4.2006 kaarikatolla olleen lumen ja jään valuessa äkisti alas. Silloin kaarikaton teräspoimulevy ja sen yläpuoliset eristyskerrokset painuivat siipirakennuksen ja kaarikaton välisen jiirin kohdalta sisäänpäin lommolle noin neliömetrin suuruiselta alueelta. Sisäpuolella olevat poimulevyt repesivät levyjen saumakohdasta noin 10 cm:n verran irti toisistaan. Vauriokohta on esitetty kuvassa 19.



Kuva 20. Hallin katon tuenta vauriokohdassa, jossa vesikaton poimulevyt irtosivat toisistaan niiden saumakohdassa.

Bild 20. Halltakets stöd vid det skadade stället, där vattentakets korrugerade plåtskivor har lossnat vid fogarna.

Figure 20. Support of the hall roof at the damaged location where the corrugated sheets of the roof came loose at the seam.

Keski-Suomen pelastuslaitoksen onnettomuusselosteen mukaan hallin katon poimulevyt vääntyivät lumikuorman takia aiheuttaen kovan pamahduksen. Hallin henkilökunta eristi vaurioalueen, mutta hallia ei vielä tässä vaiheessa tyhjennetty ihmisistä.

Pelastuslaitos poisti vaurioituneen alueen kohdalta lumet ja tuki katon sisäpuolelta mahdollisen lisävaurion välttämiseksi. Sisäpuoliset vauriot ja tehdyt tuennat näkyvät kuvassa 20.

Lumen poiston yhteydessä lumen paksuudeksi arvioitiin jopa 2,5 metriä. Lunta ja jätää oli aiemmin talven aikana pakkautunut kaarikaton ja siipirakennuksen tasakaton välisen jiirin kohdalle. Vaurion yhteydessä lumi ja jää valuivat jo ennestään pakkautuneen lumi-kinoksen päälle.

6.3 Pelastustoiminta

Pelastuslaitos hälytettiin onnettomuuspaikalle kello 13.54. Ensimmäisenä paikalle lähti päivystävä palomestari P3 tapahtumapaikan lähellä olevalta paloasemalta kello 13.55 ja saapui paikalle parin minuutin kuluessa. Lisäksi paikalle tuli kolme muuta yksikköä.

Onnettomuusselosteen mukaan henkilökunta oli jo eristänyt vaurioalueen. Vasta pelastustyönjohtaja antoi käskyn hallin tyhjentämiseen.

Paikalle kutsuttiin myös johtava palotarkastaja ja Jyväskylän rakennusvalvonnan tarkastusinsinööri arvioimaan tilannetta.

Pelastuslaitos poisti vaurioituneen alueen kohdalta lumen, jonka jälkeen vaurioitunut kohta tuettiin sisäpuolelta mahdollisten lisävaurioiden välttämiseksi.

6.4 Henkilö- ja materiaalivahingot

Tapahtumahetkellä hallissa oli pelastuslaitoksen onnettomuusselosteen mukaan 50 henkilöä, joille ei kuitenkaan aiheutunut vahinkoa, koska katto ei pudonnut.

Materiaalivahingot rajoittuivat katon ulkopinnan painaumaan ja katon sisäpinnalla olevien muutaman teräspoimulevyn vääntymiseen sekä niiden korjaamisesta aiheutuviin kustannuksiin. Kattoa kannattaville teräksisille avaruusristikoille ei käynyt minkäänlaista vahinkoa.



Kuva 21. Painuma katossa.

Bild 21. Inbuktning i taket.

Figure 21. A sagging roof.

6.5 Rakenteen kuvaus

Vesikatto oli rakennettu teräs-poimulevystä TRP 200 ja sen päällä olevasta lämpöeristeestä, johon oli kiinnitetty veden pitävä yksikerroskate. Poimulevyt tukeutuivat terässiin avaruusristikoihin, joiden keskinäinen jako oli noin 11 m. Avaruusristikoiden yläpaare muodostui kahdesta putkipalkista, joiden väli oli noin 1,5 metriä. Ristikot näkyvät kuvassa 20.

6.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät

Kohteen suunnitteluajana käytössä ollut rakenteiden kuormitusohje RIL 144-1990 antaa ominaislumikuorman perusarvoksi $1,8 \text{ kN/m}^2$ ja vaurioituneella kinostusalueella $2,5 \text{ kN/m}^2$. Palomestarin mittausten mukaan lunta oli tapahtumakohdassa 465 kg/m^2 . Vaurio tapahtui katon vinolla osalla, joten katon vinoon lappeeseen kohtisuorasti kohdistuva lumikuorma oli tätä pienempi. Lisäksi lumi- ja jäämassa törmäsi alas valuessaan loivaan esteeseen, mikä lisäsi vesikaton pintaa vasten kohdistuvaa kuormaa.

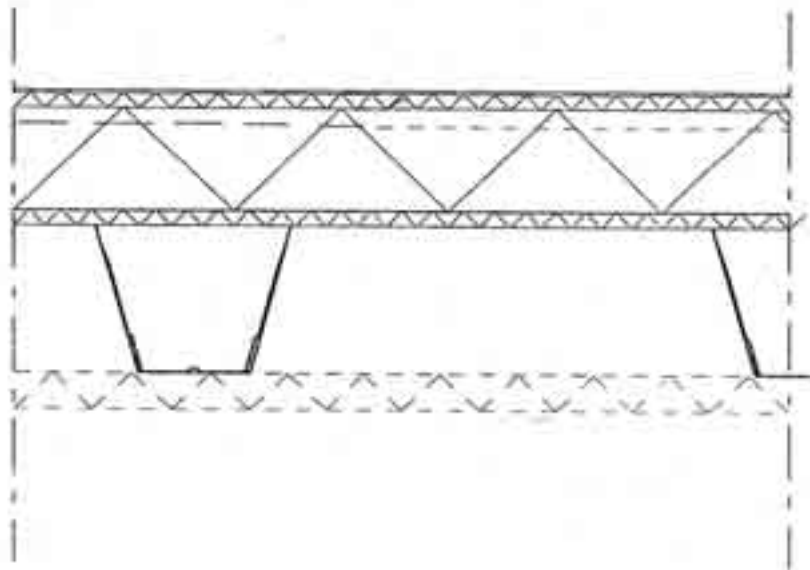
Vesikaton vaurio aiheutui siitä, että alas valuva lumi- ja jäämassa aiheutti vesikaton rakenteisiin suuremman kuorman, kuin mitä niiden kapasiteetti oli.

Taustatekijät

Suomalaisissa kuormitusnormeissa ei käsitellä jiirin tai lapetta pitkin liukuvan lumen vaikutusta lumikuorman määrään, vaikka pitäisi. Laskelmissa oli noudatettu kuormitusmääryksiä ja -ohjeita, mutta ne eivät ota huomioon kyseistä kuormitustilannetta.

Kiinteistön omistaja ei ollut ilmeisesti tunnistanut onnettomuuden kaltaista vaaraa riittävän vakavaksi, vaikka aiemmin oli jo sattunut lumen ja jään valumisesta aiheutunut vaurio samalla kohtaa lisäsiiven katolla oleville ilmastointilaitteille.

Lumen ja jään alas valumisen vaaraa eivät olleet tunnistaneet myöskään hallissa toimineet työnantajat eivätkä viranomaiset olleet kohdistaneet kyseiseen kohteeseen valvontaansa niin, että vaarat olisi tunnistettu.



Vedeneristys, yksikerrosmate, tyyppi VE-B3 Y

20mm Kova mineraalivilla, esim. KKL

120mm Kova mineraalivilla, ryhmä 02,012, esim. AKL/AKLU

0,2mm Muovikelmu (PEL luokka N/RIL 107-1981, taulukko 4.16)

20mm Kova mineraalivilla, esim. KKL

200mm Kuumasinkitty rei'itetty irrotus 23x1, profiilipelti TRP200 rakennepiirustusten mukaan, paloluokka A10

Pintamateriaali ja -käsittely työ- ja huoneselityksen mukaan

Pintavaatimusluokka 1/1

Paloluokka A10

K-arvo 0,22 W/m K

Kuva 22. Vaurioituneen vesikaton rakenne.

Bild 22. Det skadade yttertakens konstruktion.

Figure 22. Structure of the damaged roof.

6.7 Vastaavien onnettomuuksien estäminen

Kuormitusten ja taipumarajojen määrittely kattorakenteille pitäisi ohjeistaa ja esitystapa yhdenmukaistaa. Lisäksi tarvitaan täsmällinen ohje lumen liukumisen huomioonottamisesta rakenteiden kantavuuden vuoksi. Lumikuorman kasaantuminen jireissä ja taitteisissa pitäisi ottaa mitoitusohjeissa huomioon.

Lumi ja jää olisi voinut alas valuessaan osua kattotasanteella huoltotöitä tekevän työntekijän päälle. Rakentamisessa ja kiinteistönhuollossa tulisi kiinnittää huomiota rakennusten huollon turvallisuuteen.

Pääperiaatteena on, että rakenteiden pitää kestää myös kinostuneet lumikuormat. Jos jossakin rakennuksessa ilmenee, ettei lumen kinostumista ole rakenteiden mitoituksessa otettu huomioon, lumen ja jään poisto tulisi kuulua normaaliin kiinteistönhuoltoon.

7 RATSASTUSMANEESIN ROMAHTAMINEN VETELISSÄ 9.4.2006

7.1 Rakennus

Rakennus oli 90-luvun alussa rakennettu maneesirakennus. Sen maneesitilan pituus oli 60 m ja leveys 22 m. Vuoden 2005 aikana maneesi oli lämpöeristetty ja sen sisäseinät ja katto oli verhottu lautapaneeleilla.



Kuva 23. Maneesin kattoa romahti 1 100 m² alueelta.

Bild 23. Manegetaket rasade på ett område av 1 100 m².

Figure 23. The collapsed area of the riding hall roof was 1,100m².

7.2 Tapahtumien kulku

Ratsastusmaneesi sortui lauantaina 8.4.2006 noin kello 22.40. Tilassa ei ollut ihmisiä eikä eläimiä.

7.3 Pelastustoiminta

Naapuri havaitsi tapahtuneen ja ilmoitti asiasta rakennuksen omistajalle. Häätokeskukseen ei tällöin tehty hätäilmoitusta.

Lehdistö tiedusteli asiaa seuraavana päivänä poliisilta, joka lähetti paikalle poliisipartion. Partio ilmoitti tapahtuneesta 9.4.2006 kello 12.23 Pohjanmaan hätäkeskukseen, joka hälytytti paikalle päällystöpäivystäjän ja yhden pelastusyksikön. Pelastuslaitos tuki rakenteita ja raivasi aluetta lisäsortumien estämiseksi.

7.4 Henkilö- ja materiaalivahingot

Henkilövahinkoja ei tullut. Materiaalivahingot olivat melko suuret. Koko ratsastuskäytön tarkoitettun osan katto sortui, toinen pitkistä seinistä kaatui ja toinen kallistui pahasti, mutta päätyseinä säilyi ehjänä. Muu osa maneesirakennuksesta, muun muassa kahvila ja huoltotiloja, säilyi ehjänä. Kaikkiaan 50:stä kattoristikosta romahti 40 ja romahtaneen alueen koko oli noin 1 100 m².

7.5 Rakenteen kuvaus

Kattokannattajina olivat harjalliset naulalevyristikot, joiden jänneväli oli 22 m. Kattoristikoiden väli oli 1 200 mm. Ristikon korkeus harjalla oli 3,65 m ja räystäällä 0,7 m. Kattotuolipiirustusten mukaan kahdeksan kattotuolien diagonaalisauvaa oli puristussauvoja. Niihin oli piirustuksissa merkitty vaakasuuntaiset nurjahdustuet ja annettu ohjeet tukien naulauksesta.

Kattoristikot tukeutuivat puihin alun perin vain ulkopuolelta lautaverhoiltuihin seinäelementteihin. Kattotuoli oli aina seinäelementin pystyvuon kohdalla. Seinän korkeus oli noin 5 m ja pystyvuiden koko oli 145x45 mm².

Kattotuolien päällä oli ruoteet, joiden poikkileikkaus oli 32x72 mm² ja keskiöväli 400 mm. Katteena oli onduline-kate, mikä on muotoon puristettua bitumihuopaa. Se muistuttaa ulkonäöltään matalaharjaista pyöreäprofiilista teräskatetta ja kiinnitetään naulaamalla. Seinien kantavuus oli noin puolet siitä, mitä sen olisi normien mukaan pitänyt olla.

Suurin osa nurjahdustuista puuttui. Rakennus oli jäykistetty pitkille sivuille ja päädyissä kattotuolien alapintaan naulatuilla vinolaudoilla. Rakennukseen kohdistuva vaakakuorma oli siirretty päädyille ja pitkillä sivuilla olevien maahan ankkuroitujen vetotankojen kautta perustuksille. Yläpohjan jäykistysrakennetta ei ollut kuitenkaan kiinnitetty rakennuksen päätyyn, joten pääty ei toiminut jäykisteenä. Katon jäykistysrakennetta ei myöskään ollut tehty levymäiseksi palkiksi, sillä seinien suuntaiset reunat eivät pystyneet ottamaan tarvittavia vetovoimia. Pitkillä seinillä olevat vetotangot ottivat vastaan seinään kohdistuvan tuulenpaineen, mutta eivät imua, jonka tuuli aiheuttaa suojan puolelle.



Kuva 24. Ylös jäänyt 22 metrin pituinen naulalevyristikko.

Bild 24. Kvarvarande 22 meters fackverk med spikplåtsförband.

Figure 24. The 22-metre roof truss that did not collapse.

7.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät

Rakennus oli sortunut siten, että kattoristikot olivat katkenneet, toinen pitkistä seinistä oli kaatunut ulospäin. Kaatuneen seinä vastakkainen seinä oli jäänyt vinoon osittain vieressä olevan rakennuksen varaan. Kaatunut seinä oli ollut kiinni pystyyn jääneessä päätyseinässä lapaliitoksella ja muutamalla naulalla. Muuta kiinnitystä päätyseinään ei ollut. Toimiston puoleisessa päässä oli ovi ja sen päällä oleva seinäelementti oli irronnut kokonaan kaatuneesta seinästä. Pystyyn jääneen rakennuksen osan puolelta kiinnitys oli tehty kymmenellä naulalla.

Vauriohetkellä lunta oli mittausten mukaan maassa noin 120–125 kg/m². Katolla lunta on yleensä vähemmän kuin maassa. Edellä olevan perusteella arvioidaan sortumahetken lumikuormaksi 1 kN/m² (100 kg/m²). Lumen kinostumisesta ei ole tietoa.

Rakennuksessa oli kolme vakavaa puutetta, joista kukin voi johtaa sortumaan. Nämä ovat:

- Ristikoiden puristettujen diagonaalien nurjahdustukien puuttuminen
- Rakennuksen vaakajäykistyksen heikkous
- Kattoristikoiden yläpaarteiden nurjahdustuennan puute.

Diagonaalien nurjahdustuet

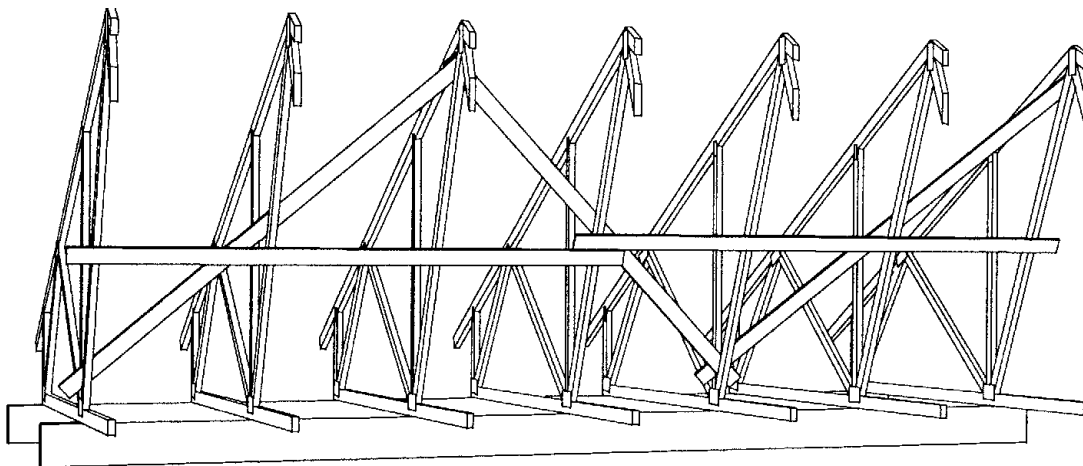
Taulukkoon 1 on laskettu kahden kriittisimmän nurjahdussauvan käyttöasteet suunnittelukuormilla ja sortuman aikaisilla kuormilla. Jos käyttöaste on alle 100 % sauva ei nurjahda. Sortuman aikaisilla kuormilla lumikuormaksi on arvioitu 1 kN/m^2 . Tapaus 1 tarkoittaa, että nurjahdustuet ovat paikallaan, ja tapaus 2, että ne puuttuvat.

Taulukko 1. Kahden kriittisimmän nurjahdussauvan käyttöasteet suunnitteluarvoilla ja sortuman aikaisilla kuormilla. Numeroarvot on pyöristetty lähimpään 10 prosenttiin.

Sauva	Suunnittelu		Sortuma	
	Tapaus 1	Tapaus 2	Tapaus 1	Tapaus 2
Toinen vinosauva tuelta	50	270	20	120
Kahdeksas vinosauva tuelta	80	380	40	180

Suunnitteluarvojen laskennassa on käytetty suunnitteluohjeiden mukaisia kuorman ja materiaalin osavarmuuskertoimia. Sortumatarkastelussa kaikki osavarmuuskertoimet ovat 1. Jos käyttöaste on alle 100, niin suunnittelun kannalta rakenne on kunnossa ja sortuman kannalta noin 5 % rakenteista sortuu.

Taulukosta 1 huomataan, että suunniteltu rakenne vaatii puristussauvojen nurjahdustuet. Sortuman aikaisilla kuormilla sauvat nurjahtavat ilman nurjahdustukia, vaikka kuorman ja materiaalin osavarmuuskertoimet ovat kaikki 1.



Kuva 25. Esimerkki siitä, miten kattoristikoiden puristettujen diagonaalien tuennasta tulisi huolehtia. (Kuva: KPM-Engineering Oy).

Bild 25. Exempel på ändamålsenligt stöd för fackverkens pressade diagonaler (Bild: KPM-Engineering Oy).

Figure 25. An example of how support for struts of roof trusses should be implemented. (Picture by KPM-Engineering Oy).

Rakennuksen vaakajäykistys

Toteutetun ratkaisun jäykistysuunnitelma on päivätty 21.9.1992. Sen mukaan vaakajäykistys toteutetaan 3,6 m leveällä nauhamaisella jäykistyksellä, jonka vinolaudat nauhlataan kattotuolien alaparteen alapintaan. Jäykistysrakenteen toinen reuna on aivan seinän vieressä. Sekä suunnitelmasta että toteutuksesta puuttuivat seinän suuntaiset reunapalkit, ainakin reunapalkkien jatkokset, jotka toimivat jäykisteen parareosina ottamassa jäykisteeseen taivutuksesta aiheutuvia vetovoimia. Vetokapasiteetin olisi pitänyt olla noin 60 kN. Tämä on suuruusluokkaa 60 naulaa. Vetoliitoksessa oli noin viisi naulaa. Vaakajäykistettä ei ollut kiinnitetty pystyyn jääneeseen päätyseinään. Voima ajateltiin ilmeisestikin siirrettäväksi jollain tapaa kosketusliitoksen välityksellä. Tuulen aiheuttamaa imua ei ole otettu huomioon lainkaan.

Rakennuksen vaakajäykistystä tarvitaan tuulesta, pystyrakenteiden vinoudesta ja pystykuormien epäkeskisyydestä aiheutuvien voimien vuoksi. Seuraavassa esitetään esimerkki siitä, miten koko rakennuksen jäykistyksestä tulisi huolehtia tapauksessa, jossa seinät toimivat kantavana pystyrakenteena.

Esimerkki koko rakennuksen jäykistysperiaatteesta on esitetty kuvassa 26, jossa tarkastellaan erityisesti sivuseinälle 1 ja sen puoleiselle kattolapelle tulevaa tuulikuormaa. Tuulikuorma siirtyy perustuksille seuraavasti

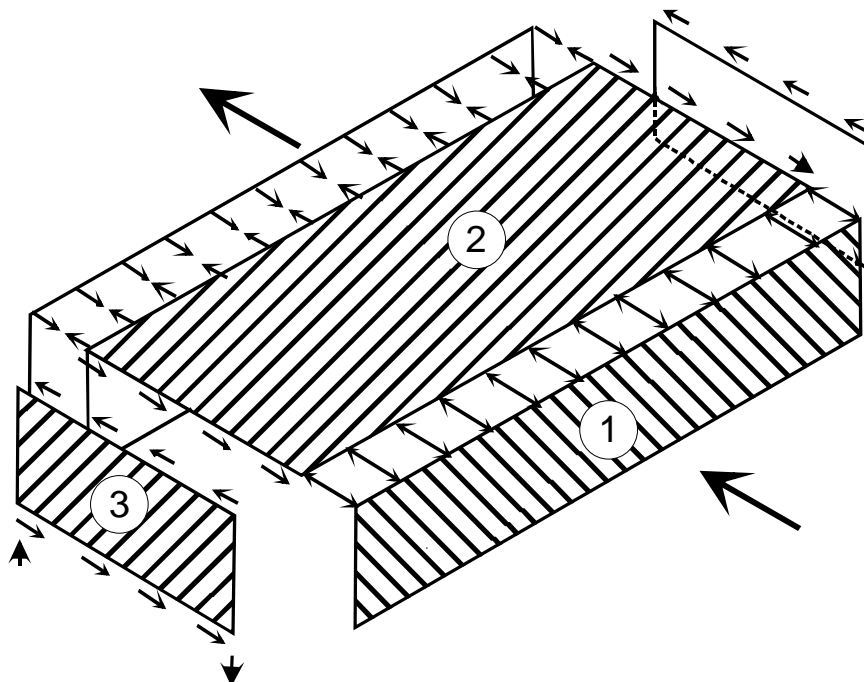
- Puolet sivuseinän tuulikuormasta siirtyy seinän alareunan kautta suoraan perustuksille.
- Puolet sivuseinän tuulikuormasta ja kaikki kattolapteen vaakakuormat siirtyvät kattolapteen reunaan.
- Kattolapteeeseen kohdistuvien kuormien vuoksi koko katon tai osan siitä tulee olla vaakasuunnassa jäykkä levy.
- Jäykältä katon osalta voima siirtyy päätyseinien 3 yläreunaan.
- Päätyseinien yläreunasta kuorma siirtyy päätyseinien alareunaan ja edelleen päädyn perustuksille.

Jäykkä levy eli osa 2 voi olla koko kattopinnan suuruinen, esimerkiksi kattoristikoiden alareunaan kiinnitetty vinolaudoitus tai levytys. Siinä voi olla myös jäykistävät kaistat, jotka mahdollistavat voimien siirtymisen päätyseinille 3

Jäykkä katon osa ja päätyseinät (osat 2 ja 3) eivät saa vääntyä suorakaiteista vinoneliöiksi sivuseinälle tulevista kuormista, eikä vastaavasti osa 1 saa vääntyä päätyyn tulevasta rakennuksen pituussuuntaisista kuormista.

Jäykkä pääty ei vaakavoiman vaikutuksesta saa irrota kummastakaan päästään perustuksesta. eikä se saa lähteä liukumaan perustuksen päällä.

Osien 1, 2, 3 ja perustusten väliset liitokset on mitoitettava kuormista tuleville liitosvoimille.



Kuva 26. Esimerkki koko rakennuksen jäykistysperiaatteesta.

Bild 26. Exempel på principen för förstävning av byggnad.

Figure 26. An example of the stiffening principle for an entire building.

Ristikon yläpaarteiden nurjahdustuenta sivusuunnassa

Nurjahdustuenta puuttui käytännössä kokonaan. Ainoa tuenta oli ruodelaudat, jotka siirsivät kuorman kattotuolilta toiselle. Ruoteet oli usein jatkettu saman kattotuolin kohdalta, joten jatkoksen kohdalla naulat tulivat liian lähelle puun päätä ja liitoksen kapasiteetti jäi vajaaksi. Ainoana levyjäykisteenä oli katteena ollut profiloitu huopa. Todellisuudessa liisäjäykkyyttä tulee hieman ruoteiden ja kattotuolin yläpaarteiden välisestä kitkasta. Tämä on kuitenkin riittämätön. Esimerkiksi tiilikatoissa on tapahtunut yläpaarteiden nurjahdusta, kun kattorakenteena on ollut kattotuolien päällä ruoteet ja tiilikatto. Yläpaarteiden nurjahdustuenta ja sen puutteita on käsitelty myös luvussa 5 *Myyvälän katon romahdaminen Haapajärvellä 8.4.2006*.

Yhteenveto

Edellä olevan perusteella ei voida yksiselitteisesti sanoa, mistä edellä mainitusta kolmesta syystä sortuminen on alkanut. Kaikki syyt riittävät yksinään sortuman primaariseksi syyksi. Todennäköisin vaihtoehto on, että kattoristikoiden puristetut diagonaalit ovat nurjahdaneet.

Taustatekijät

Alun perin rakennuslupa oli haettu rakennukselle, jossa kantavina pystyrakenteina olivat ulkoseinillä 6 m välein olevat pilarit. Rakennus toteutettiin edellä kuvatulla puuelementti-seinäratkaisulla. Jäykistykseen suunnittelija toimitti noin puolen vuoden kuluttua ensimmäisen jäykistys suunnitelman jälkeen ainakin rakennusvalvontaan uuden jäykistys-

suunnitelman, joka perustui rakennusluvassa olleeseen pilarirakenteeseen. Samalla jäykistyssuunnittelija kumosi aikaisemman suunnitelman, jonka mukaan rakenne kuitenkin toteutettiin.

Vuonna 2005 lämmöneristämisen ja verhouslaudoituksen tekemisen yhteydessä poistettiin suurin osa harjalla olevista valoaukoista. Jäljellä olevien valoaukkojen kohdalla kattotuolien päällä olevat ruoteet oli naulattu kattotuoleihin. Tuntuu myös todennäköiseltä, että ruodelaudat oli naulattu kattotuoleihin valoaukkojen poistamisen jälkeen. Valoaukot oli aikaisemmin toteutettu omalla "valoaukkoristikolla", joka oli kiinnitetty varsinaisen ristikon päälle. On mahdollista, että tämä "valoaukkoristikko" antoi ristikoiden yläpaarteille lisätukea siten, että katto romahti näiden valoaukkoristikoiden poistamisen jälkeen eli vasta noin 14 vuotta valmistumisensa jälkeen.

Saneerauksen yhteydessä tuli kattorakenteelle lisäkuormaa katon verhouslaudoituksesta ja lämmöneristeistä. Näiden paino on kuitenkin pienempi kuin $0,2 \text{ kN/m}^2$, joten painon lisäys ei ole sortuman syy. Kattoristikoiden mitoituksessa lumikuorma oli $1,5 \text{ kN/m}^2$ ja oma paino vain $0,25 \text{ kN/m}^2$, joten todellinen omapaino saneerauksen jälkeen oli suurempi kuin kattoristikoiden mitoituksessa käytetty omapaino.

7.7 Vastaavien onnettomuuksien estäminen

Maneesit ovat rakenneteknisesti vaativa rakennuskohde. Niissä on aina iso avara tila, jossa ei ole rakenteita lainkaan. Jos avaraa tilaa ei ole, niin rakennuksen voi jäykistää parhaassa tapauksessa rakenteet, joita ei ole sellaisiksi suunniteltu. Maneesia rakennettaessa pitää kohteella olla rakennesuunnittelija, joka osaa suunnitella rakenteet ja joka pitää huolta, että rakennus toteutetaan suunnitelman mukaan. Jäykistyssuunnittelussa on huolehdittava

- Tuulikuormista ja pystyvoimien epäkeskisyyksistä aiheutuvien vaakavoimien siirtämisestä perustuksille,
- Puristettujen rakenneosien nurjahdustuennasta
- Kattokannatteiden tai seinien kaatumisen estämisestä.

Vaakavoimien siirtoa suunniteltaessa on suunniteltava rakenteet ja näiden väliset liitokset, jotka kykenevät ottamaan vastaan voimat.

Nurjahdustukien on kyettävä ottamaan vastaan niihin kohdistuvat voimat, joiden suuruus annetaan suunnitteluohjeissa. Nurjahdustukien on oltava riittävän jäykkiä. Jos riittävä jäykkyys puuttuu, niin suunnitteluohjeissa annetut voimat eivät enää päde, vaan ne ovat suuremmat. Ristikkorakenteissa on tärkeätä tukea nurjahtavat sauvat. Yläparre on yleensä aina puristettu ja se pitää tukea sivusuunnassa. Tämän sivutuen on otettava tarvittaessa vastaan myös päädyistä tuleva tuuli.

8 TUKKULIIKKEEN KATON ROMAHTAMINEN JOENSUUSSA 15.4.2006

8.1 Rakennus

Rakennus on vuonna 1976 rakennettu yksikerroksinen varastomyymälä, jossa myydään LVI-alan tuotteita tukkumyyntinä. Rakennuksen päädyssä on lisäksi varastomyymälää matalampi osa, jossa on toimistotiloja. Kattovaurio tapahtui varastomyymälän puolella, jonka päämitat ovat 30 m x 40 metriä ja pinta-ala siten 1 200 m². Varastomyymälän korkeus on noin viisi metriä.



Kuva 27. LVI-alan tukkumyymälä Joensuussa. Vasemmalla on rakennuksen toimisto-osa. Kattovaurio tapahtui varastomyymäläosassa kohdassa, jossa katto on kuvassa peitetty vihreällä peitteellä.

Bild 27. Partihandel inom VVS-branschen i Joensuu. Till vänster byggnadens kontorsdel. Taket rasade i lageraffären på det område där taket är övertäckt med en grön presenning på bilden.

Figure 27. An HPAC wholesaler in Joensuu. The office wing of the building is located on the left. The roof damage occurred in the warehouse store wing on the roof section covered with a green tarpaulin.

8.2 Tapahtumien kulku

Vartiointiliikkeen vartija sai 15.4.2006 ennen puoltayötä ilmoituksen, jonka mukaan tukkuliikkeen murtohälyttimen liikkeentunnistin oli antanut ilmaisun. Kattorakenteissa oli ilmeisesti jo tällöin tapahtunut liikkumista. Vartija lähti paikalle selvittämään mahdollista murtotilannetta. Hän ajoi liikkeen pihaan ja lähti kiertämään rakennusta. Rakennuksen takana ollessaan hän kuuli pihan puolelta ääniä, jotka aiheutuivat ilmeisimmin katon osan lopullisesta romahtamisesta.

Katon teräs-poimulevyä ja sen päällä olleita eristeitä tuli sisään myymälään noin 50 neliömetrin alueelta. Koko lattian alueelle tuli muutama senttimetri katolta peräisin ollutta vettä. Lunta ei katolla enää ollut, joten sitä ei myöskään tullut sisään.

Vartiointiliike ilmoitti asiasta hätäkeskukseen ja liikkeen henkilökunnalle.



Kuva 28. Kuva rakennuksen sisältä. Katon poimulevyä romahti noin 50 m² alueelta liimapuisten pääkannattajien välistä. Pääkannattajien pituus on 20 metriä ja väli viisi metriä. Kuva on otettu vajaa neljä päivää vaurion jälkeen.

Bild 28. Bild inifrån byggnaden. Korrugerad plåt rasade på en yta av cirka 50 m² mellan bärbalkarna av limträ. Bäralkarna är 20 meter långa och mellanrummet är 5 meter. Bilden är tagen knappt fyra dagar efter skadan.

Figure 28. The building indoors. Approximately 50m² of the corrugated sheet roof collapsed between the beams made of glued laminated timber. The main trusses are 20 metres long and spaced at a span of five metres. The picture was taken less than four days after the damage.

8.3 Pelastustoiminta

Pohjois-Karjalan hätäkeskus sai hätäilmoituksen vartiointiliikkeeltä kello 23.57. Hätäilmoituksen perusteella oli tiedossa, että henkilövahinkojen vaaraa ei ollut. Hätäkeskuspäivystäjä määritteli onnettomuuden keskiuureksi vahingontorjunnaksi ja hälytti paikalle hätäkeskuksen hälytysselosteen mukaan yhden Pohjois-Karjalan pelastuslaitoksen pelastusyksikön. Pelastuslaitoksen onnettomuusselosteen mukaan paikalle lähti kuitenkin pelastusyksikön lisäksi puomitikasauto ja päivystävä palomestari johtoautolla.

Yksiköt saapuivat paikalle noin kuudessa minuutissa hälytyksestä. Tehtävänä oli lähinnä todeta tilanne ja varmistaa, että lisävahinkoja ei synny. Koska kaikki katon kuormituksen olut vesi oli tullut jo sisään myymälään, vaurion laajentumisen vaaraa ei ollut. Pelastuslaitoksen yksiköt palasivat asemapaikalleen noin puolelta tunnin kuluttua.

8.4 Henkilö- ja materiaalivahingot

Koska katon putoaminen tapahtui yöllä, rakennuksessa ei ollut ketään. Vaarana oli kuitenkin, että vartija olisi mennyt murtohälytystä selvittäessään sisään ja jäänyt putoavan katon alle. Päivällä myymälässä olisi ollut myyjiä ja mahdollisesti asiakkaita. Romahtaneen katon osan kohdalla oli myyjän työpiste.

8.5 Rakenteen kuvaus

Varastomyymäläosassa katon pääkannattajina oli liimapuupalkit, jotka olivat muodoltaan harjapalkkeja. Pituudeltaan 20 metrisiä palkkeja oli aina kaksi peräkkäin ja yhteensä seitsemän rinnakkain. Rinnakkaisten palkkien väli oli viisi metriä. Palkit tukeutuivat liimapuupilareihin, joita oli ulkoseinillä ja yksi pilarilinja rakennuksen keskellä. Jokainen liimapuupalkki ulottui rakennuksen ulkoseinältä keskilinjalle. Palkkien leveys oli 162 mm ja korkeus päissä 838 mm ja harjan kohdalla 1 344 mm. Siten harjan ja palkin pään välinen korkeusero oli 500 mm ja katon kaltevuus 1:20 eli alle 3 astetta. Koska harjapalkkeja oli kaksi peräkkäin, katolle muodostui kaksi harjaa. Katon muoto näkyy kuvassa 30.

Seinät oli rakennettu puisista runkotolpista, joiden ulkopuolella oli teräsohutlevyt ja sisäpuolella sisäverhouslevytyt.

Liimapuupalkkien päällä vesikaton kuormaa kantavana osana oli kolmiaukkoiset poimulevyt, eli ne ulottuivat kolmen palkkivälin yli. Levyn pituus oli 15 metriä ja hyötyleveys 700 mm. Poimulevyn profiilin korkeus oli 93 mm ja levyn paksuus 0,8 mm. Poimulevyn päällä oli 100 mm pehmeää lämmöneristettä ja 20 mm kovavillaa. Kovavillan päällä oli bitumikate.

Rakennuksen katolle kertyvän veden poistamiseksi rakennuksen varastomyymäläosan katolla oli neljä kattokaivoa. Kaksi kaivoista oli rakennuksen keskilinjalla, jonne valui vedet kahdelta lappeelta. Räystään puoleisista lappeista kummallakin oli yksi kattokaivo, jonka kautta veden oli tarkoitus poistua 70 mm:n putkea pitkin sadevesiviemäriin. Veden poistuminen räystään kautta oli estetty noin puoli metriä korkealla räystään korotuksella.



Kuva 29. Kattovaurio tapahtui rakennuksen vastaavanlaisessa nurkkapaikassa kuin kuvassa. Kuva on otettu alle neljä vuorokautta kattovaurion jälkeen.

Bild 29. Talskadan inträffade i motsvarande hörn i byggnaden som på bilden. Bilden är tagen mindre än fyra dygn efter talskadan.

Figure 29. The roof damage occurred in the building in a corner similar to the one shown. The picture was taken less than four days after the roof damage.

Kattoromahduksessa liimapuupalkit kestivät vaurioitumattomina, mutta katon poimulevy petti ja tuli sisään yhdestä palkkivälistä noin 10 metrin matkalta. Tutkinnassa selvitettiin, oliko teräspoimulevy mitoitettu oikein. Suunnitelmissa esitetään, että kantavaksi poimulevyksi tulisi valita kaksiaukkoinen eli kahden palkkivälin yli ulottuva profiloitu pelti, esimerkiksi Planja 95/1,0, P= lumikuorma 1,8 kN/m². Suunnitelman mukaiseen poimulevyyn lumikuormasta 1,8 kN/m² ja omapainosta 0,025 kN/m² aiheutuu 1970-luvun yksiköitä käyttäen taivutusmomentti 0,6401 Mpm. Levyvalmistajan mitoitustaulukon mukaan suurin sallittu taivutusmomentti on 0,721 Mpm, joten poimulevy oli suunnitelmissa mitoitettu oikein. Nykyisin mitoitus johtaisi jonkin verran lujempaan poimulevyyn.

Toteutettu rakenne poikkesi suunnitelmissa esitetystä siten, että levy oli kolmiaukkoinen ja sen paksuus oli 1,0 mm:n sijaan 0,8 mm. Tällöin poimulevyyn aiheutuu vastaavilla mitoituskuormilla 0,5885 Mpm taivutusmomentti. Kyseisen poimulevyn taulukon mukainen suurin sallittu taivutusmomentti on 0,545 Mpm, joka on 7,9 % pienempi kuin mitoituskuormien aiheuttama taivutusmomentti. Toteutetun poimulevyn sen aikaisten ohjeiden mukaan laskettu kapasiteetti ei siten ole täysin riittävä normien määrittämää lumikuormaa ajatellen, mutta ero ei ole merkittävä. Normaalitylanteessa katto siis kestää.



8.6 Tapahtuman välitön tekninen syy ja taustatekijät

Koska onnettomuudessa tuli sisään suuri määrä vettä, on ilmeistä, että kattokaivo on ollut tukkeutuneena eikä vesi ole poistunut katolta. Ilmeisesti kaivoon ja sen putkeen oli kertynyt puista pudonneita lehtiä, oksia, havuja tai muuta vastaavaa. Tätä tukee se, että vauriokohtaa raivatessa paikalta löytyi muun muassa lehtiä. Jäätymisestä tuskin oli kyse, koska vähäisestä lumen määrästä päätellen kevättalvella oli jo ollut lämpimiä säitä.

Katon kuormituksena oli siis vesi, joka oli peräisin talven aikana sataneesta lumesta ja vedestä. Siten enimmillään katolla oli vettä koko talven aikana katolle sataneen lumen ja veden painon verran, mutta todennäköisesti osa oli haihtunut ja mahdollisesti päässyt pois katolta ennen kattokaivon lopullista tukkeutumista.

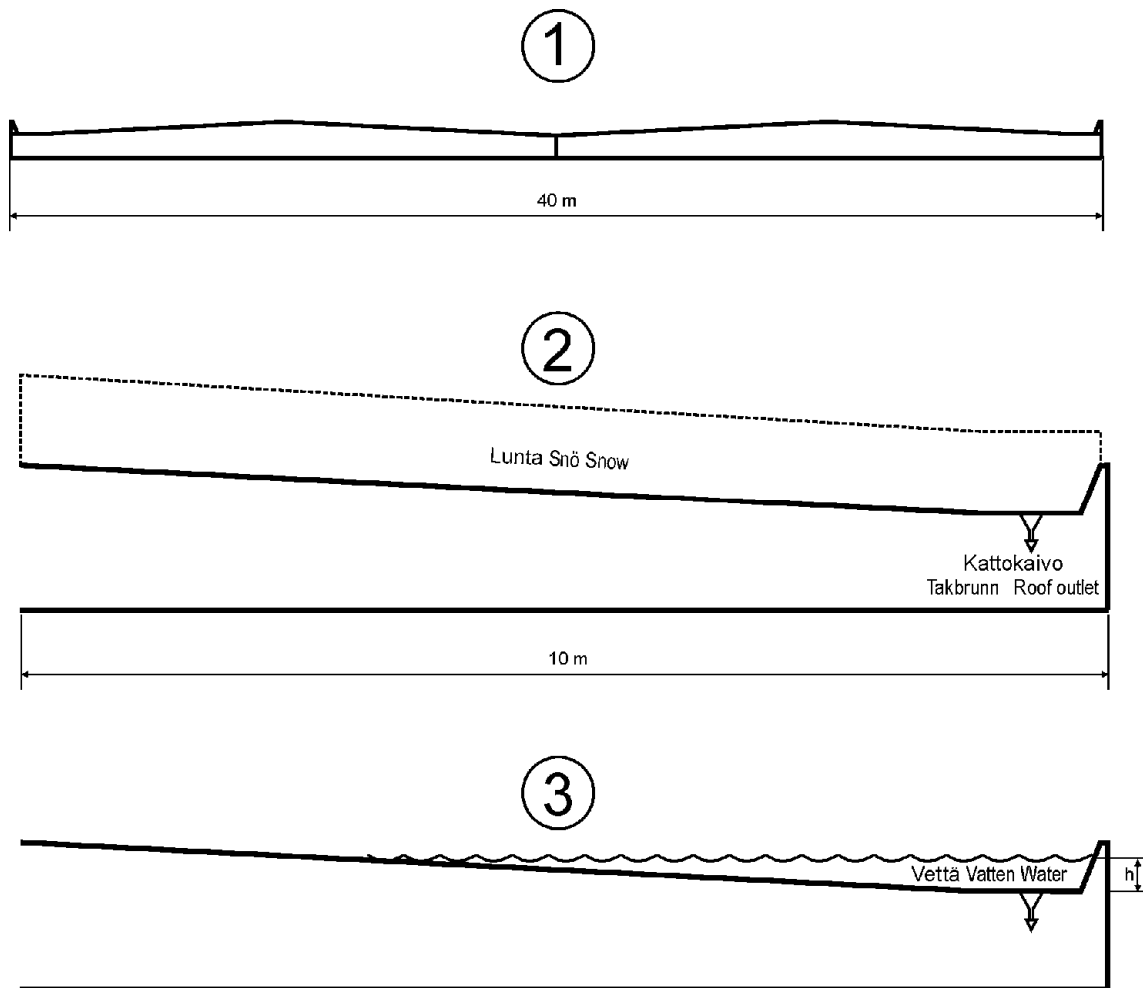
Kun kuormitus on lumen muodossa se jakautuu melko tasaisesti koko katolle. Vetenä koko lappeen alueen eli 300 neliömetrin kuormitus siirtyy lähelle räystästä ja aiheuttaa suuren paikallisen kuormituksen. Periaate kuormitustilanteen muutoksesta on esitetty kuvassa 30. Jos lumen määrä katolla on ollut 50 kg/m^2 , niin sitä vastaava veden korkeus räystäällä tukkeutuneen kattokaivon tuntumassa on vähän yli 20 cm. Lumen painoa 100 kg/m^2 vastaava veden korkeus on vähän yli 30 cm ja 150 kg/m^2 painoa vastaava veden korkeus on lähes 40 cm. Näitä veden korkeuksia vastaavat veden neliöpainot räystäään lähellä ovat siten 200–400 kg/m^2 .

Katolla romahdustilanteessa olleen veden määrää ei saatu selville. Lumitilannetietojen mukaan Joensuun seudulla oli lunta huhtikuun alussa paikasta riippuen enimmillään vähän yli 150 kg/m^2 , mutta katolla ollut lumimäärä on voinut poiketa tästä hyvinkin paljon. Lisäksi vettä on haihtunut ja mahdollisesti poistunut jonkin verran kattokaivon kautta. Kattovaurion jälkeen paikalle tulleen henkilökunnan mukaan koko hallin lattialla oli ”muutama sentti vettä”. Kun hallin pinta-ala oli $1\,200 \text{ m}^2$, vettä olisi ollut esimerkiksi 2,5 senttimetrin tapauksessa 30 tonnia. Se jaettuna 300 m^2 katon osalle vastaisi $1,0 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 100 \text{ kg/m}^2$) lumikuormaa.

Katon suunnitelmissa mitoitusperusteeksi poimulevyille on mainittu $1,8 \text{ kN/m}^2$ peruslumi-kuorma. Lisäksi laskelmissa käytetään osavarmuuskertoimia, joten katon pitäisi kestää oikein mitoitettuna selvästi suurempi kuorma. Kattokaivon tukkeutumistilanteessa räystäään lähelle oli kuitenkin mahdollista kerääntyä vettä niin paljon, että normien mukaan mitoitettu katon poimulevy petti. Onnettomuuden välitön syy oli siis kattokaivon tukkeutuminen ja siitä seurannut kuormituksen kasvu liian suureksi.

Kattovaurion syntyyn vaikutti se, että vesi johdettiin vain yhteen kattokaivoon melko suurelta alalta (300 m^2). Korotettu räystääs mahdollisti, että suuri määrä vettä kertyi lähelle räystästä eikä muuta reittiä kertyneen veden poistumiseksi ollut. Lisäksi kattokaivon putkisto oli halkaisijaltaan suhteellisen pientä (70 mm) ja huoltotoimenpiteet olivat sellaisia, että kattokaivon tukkeutumista ei saatu estettyä ja huomattua ajoissa.

Kattokaivojen tukkeutumiseen tai jäätymiseen liittyviä ongelmia oli ollut ennenkin rakennuksen matalammalla osalla, sillä sen kattokaivoihin oli lisätty lämmitysvastukset.



Kuva 30. Kuvassa 1 on esitetty koko katon muoto ja kuvissa 2 ja 3 räystään puoleinen lape. Kuvassa 2 on tilanne talvella ja kuvassa 3 tilanne, kun lumi on sulanut. Kuva vastaa suurin piirtein tilannetta, jossa lumikuorma on $1,0 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 100 \text{ kg/m}^2$). Silloin sulamisveden korkeus $h \approx 30 \text{ cm}$, joka vastaa $3,0 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 300 \text{ kg/m}^2$) kuormaa räystäällä.

Bild 30. På bild 1 syns takets form och på bilderna 2 och 3 kanten invid takskägget. På bild 2 syns situationen på vintern och på bild 3 när snön smultit. Bilden motsvarar i stort situationen när snölasten är $1,0 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 100 \text{ kg/m}^2$). Då är smältvattnets höjd $h \approx 30 \text{ cm}$, vilket motsvarar en last på $3,0 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 300 \text{ kg/m}^2$) på takskägget.

Figure 30. Figure 1 shows the form of the entire roof, while figures 2 and 3 show the roof pane at the side of the eave. Figure 2 depicts the situation in winter and figure 3 the situation after the snow has melted. The figure corresponds substantially with that of a snow load of 1.0 kN/m^2 ($\approx 100 \text{ kg/m}^2$). In these circumstances, the melt water is at a height of $h \approx 30 \text{ cm}$, which is equal to a load of 3.0 kN/m^2 ($\approx 300 \text{ kg/m}^2$) at the eave.

8.7 Vastaavien onnettomuuksien estäminen

Tällaisia kattovaurioita voidaan välttää mahdollistamalla katolle tukkeutumistilanteessa kertyvän veden poistuminen joltain muuta kautta, suunnittelemalla katolle useampia kattokaivoja ja huolehtimalla kattokaivojen kunnosta huoltotoimenpiteillä.

Kattokaivovalmistajat suosittelevatkin nykyisin, että kattokaivojen tukkeutumista varten katolla tulisi olla niin sanottu ulosheittoputket tai -kourut. Niiden tarkoituksena on johtaa vesi seinäpinnan ulkopuolelle sellaiseen paikkaan, josta veden tulo havaitaan ja kattokaivon tukkeutuminen voidaan päätellä. Erään kattokaivovalmistajan mukaan kattokaivoja tulisi nykyisin olla yksi 200 m² kattopintaa kohti, kun poistoputki on halkaisijaltaan vähintään 100 mm.

9 ANALYYSI

9.1 Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden analysointi

9.1.1 Tutkittujen tapausten oleelliset yksityiskohdat

1. Maatalouden tuotantorakennusten kattoristikoiden pettäminen Pihtiputaalla 20.3.2006 ja 2.4.2006

- Paikallista tuotetta olevat kattoristikot sortuivat vaneriliitosten petettyä.
- Ristikoista ei ollut tehty kunnollisia suunnitelmia.
- Ristikoiden toteutuksessa oli puutteita, vaneriset liitoslevyt olivat parhaimman lujuuden saavuttamisen kannalta väärässä asennossa.

2. Koulun liikuntasalin liimapuisten kattopalkkien painuminen ja halkeilu Laukaassa 3.4.2006

- Liimapuiset kattokannattajapalkit olivat kutistuneet kuivumisen seurauksena ja ne olivat nousseet irti tueltaan jääden yläreunastaan ruuvien varaan.
- Palkit putosivat takaisin tuilleen.
- Kattorakenteet eivät olleet vaarassa pettä.
- Palkkien tuenta oli suunniteltu virheellisesti siten, että kuivumiskutistumista ei ollut otettu huomioon.
- Palkkien tuennan tulisi sallia puun kosteusvaihteluiden aiheuttama liike.

3. Supermarketin betonisten julkisivuelementtien kaatumisvaara Karjaalla 5.4.2006

- Julkisivuelementeissä oli suuria siirtymiä, mutta mikään niistä ei kaatunut.
- Kiinteistön ylläpidosta vastaavan teettämän tutkimuksen mukaan siirtymät johtuivat sandwich-elementtien kuorien välisten ansaskiinnitysten pettämisestä.
- Ansaiden pettäminen on mahdollisesti aiheutunut 50 x 60 m kokoisen pysäköintitason pintalaatan lämpöliikkeistä.
- Pintalaatassa ei asfaltista päätellen ollut liikuntasauvoja. Lisäksi pysäköintitason ja julkisivuelementtien välinen erotuskaistamateriaali oli kovaa.
- Kyseessä ei ollut yhdellä kertaa ilmennyt onnettomuus tai vaaratilanne, vaan rakennuksen kunnan huonontuminen pitkän ajan kuluessa.
- Vauriot olivat oire periaatteellisesta suunnittelu- tai rakentamisvirheestä, jota tulisi selvittää lisää ja laatia korjaussuunnitelma.

4. Marketin liimapuisen kattopalkin vaurioituminen Keiteleellä 7.4.2006

- Yksi katon liimapuupalkeista petti ja alkoi painua alas.
- Syy oli liimauksen pettäminen jatkoksessa palkin alaosassa, jossa puuhun kohdistuu palkin suuntainen vetokuormitus.
- Liimaus oli tehty 1950-luvulla silloin käytössä olleella kaseiiniliimalla, jota ei enää käytetä.

5. Myymälän katon romahtaminen Haapajärvellä 8.4.2006

- Onnettomuudessa petti 22 kappaletta 19,5 metrin pituista naulalevyristikkoa.
- Naulalevyristikot ovat tyypillisesti pituuteensa nähden hyvin hoikkia ja tässäkin puun paksuus oli 42 mm. Rakenne edellyttää, että ristikoiden tuenta suunnitelmaan oikein ja toteutetaan suunnitelman mukaisesti.
- Pettäminen alkoi siitä katon kohdasta, jossa katolla oli lisärakenne julkisivun korottamiseksi.
- Muualla katolla oli kattoristikoiden päälle naulattu umpilaudoitus, joka puuttui korotusosan kohdalta. Tällä alueella oli vain vaakajuoksut 1 600 mm välein, kun yläpaarten suunniteltu suurin nurjahdustuentaväli oli 300 mm.
- Korotusosan kohdalla ristikoiden yläpaarten tuenta oli puutteellinen ja ristikoiden kantavuus sen vuoksi vain viidesosa vaadittavasta.
- Yläpaarten nurjahdustuennan suunnittelu jäi korotusosan kohdalla puutteelliseksi.
- Katossa oli kuulunut rasahduksia rakennuksen valmistumisen jälkeen jo ensimmäisenä talvena ja katon alapinnan verhouslevyjen saumoissa oli havaittu halkeamia.

6. Urheiluhallin katon teräspoimulevyjen painuminen Jyväskylässä 8.4.2006

- Kaarikaton teräksiset poimulevyt painuivat pääkannattajien välistä jonkin verran sisään ja poimulevyjen väliin tuli noin 10 cm rako.
- Kattoon ei kuitenkaan tullut aukkoa eikä lunta tullut sisään.
- Vaurio tapahtui kohdassa, jossa kaarikatto vaihtuu tasakatoksi. Kyseiseen kohtaan oli valunut suurelta kaarikatolta lunta noin 2,5 metriä korkeaksi kinokseksi.
- Suuren lumimäärän valuminen kyseiseen kohtaan oli ollut tiedossa ja siitä oli aiheutunut aikaisemminkin ongelmia lähinnä ilmanvaihtolaitteille.
- Suunnittelussa ei ollut onnistuneella tavalla otettu huomioon lumen kasaantumista kyseiseen kohtaan eikä asiasta toisaalta ole olemassa toimivia ohjeita.

7. Ratsastusmaneesin romahtaminen Vetelissä 9.4.2006

- Onnettomuudessa romahti 40 kappaletta 22 metrin pituisia naulalevyristikkoja. Romahtaneen alueen koko oli noin 1 100 m².
- Naulalevyristikot ovat tyypillisesti pituuteensa nähden hyvin hoikkia ja tässäkin puun paksuus oli 42 mm. Rakenne edellyttää, että ristikoiden tuenta suunnitelmaan oikein ja toteutetaan suunnitelman mukaisesti.
- Rakennuksen sortumisen ensisijaisena syynä oli todennäköisesti ristikoiden diagonaalien nurjahdustukien puuttuminen, rakennuksen vaakajäykistyksen heikkous tai ristikoiden yläpaarten nurjahdustuennan puutteet.
- Rakennuksella ei käytännössä ollut rakennesuunnittelijaa, joka olisi suunnitellut kattoristikoiden tuentatarpeet ja koko rakennuksen jäykistyksen. Suunnitelmista huolehtimisen lisäksi toteutuksen pitäisi olla suunnitelmien mukainen.

8. Tukku liikkeen katon romahtaminen Joensuussa 15.4.2006

- Onnettomuudessa putosi myymälän sisään pääkannattajien välistä teräspoimulevyä noin 50 neliömetrin alueelta.
- Kyseessä oli loiva harjakatto, jossa oli korkeat räystäät.

- 300 neliömetrin kokoista lapetta varten oli vain yksi kattokaivo ja siinä vain 70 millimetrin putki.
- Kattokaivo oli tukkeutunut, jolloin räystäään viereen kertyi useita kymmeniä senttimetrejä vettä.
- Poimulevy ja vedenpoisto oli suunniteltu normien mukaan. Vedenpoisto olisi kuitenkin ollut huomattavasti parempi, jos kaivoja olisi ollut useampi ja toisaalta tukkeutumisen varalta olisi ollut esimerkiksi ulosheittoputki.
- Vuosittaisiin huoltotoimenpiteisiin pitäisi kuulua kattokaivojen toimivuuden tarkistus etenkin, kun rakennuksen toisissa osissa oli ollut ongelmia jo aikaisemmin.

9.1.2 Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden vakavuus

Katto romahti alas saakka Pihtiputaalla, Haapajärvellä, Vetelissä ja Joensuussa. Tilanne oli vakavin Haapajärvellä, jossa vaurio tapahtui suurehkossa myymälärakennuksessa. Myymälä oli auki ja sisällä oli asiakkaita, jotka kaikki ehtivät ulos. Myös Vetelin maneesin romahdus oli vakava, sillä kyse oli ratsastushallista, jossa kävi asiakkaita. Romahdus kuitenkin tapahtui yöllä, jolloin paikalla ei ollut ketään. Myös Joensuun vaurio tapahtui yöllä eikä rakennuksessa ollut asiakkaita. Talon murtohälytysjärjestelmä oli hälyttänyt paikalle vartijan, joka olisi sortumakohdalle osuessaan voinut loukkaantua. Vaurio rajoitui Joensuussa selvästi pienemmälle alueelle kuin Haapajärvellä ja Vetelissä.

Pihtiputaalla kyseessä oli maatalousrakennukset, joissa on eläimiä, mutta ei suuria määriä ihmisiä. Laukaassa kattorakenteet eivät olleet todellisuudessa vaarassa pettää, joten koululaisille ei aiheutunut vaaraa. Karjaalla havaittiin pitkällä aikavälillä syntyneet julkisivuelementtien siirtymät, joten mitään yhtäkkistä onnettomuusvaaraa ei ollut syntynyt. Keiteleellä liimapuupalkki putosi keskiosastaan nopeasti alaspäin, mutta ei pettänyt kokonaan, joten kaikki ehtivät hyvin siirtyä alta pois. Jyväskylässä puolestaan teräspoimulevyt myötivät eikä merkittäviä rakenteita ollut vaarassa tulla alas.

Vaikka osa tapauksista ei aiheuttanut välitöntä vaaraa, on ilmeistä, että rakenteissa tapahtui tai oli jo aikaisemmin tapahtunut hallitsemattomia ei-toivottuja asioita. Tilastojen perusteella on päätelty yleisesti, että yhtä kuolemaan johtanutta onnettomuutta kohti sattuu suuruusluokkaa 30 onnettomuutta ja 300 vaaratilannetta. Vaaratilanteisiin johtavat usein samat tekijät kuin suuriin onnettomuuksiin, mutta joku satunnainen tekijä tai suojaus estää tilanteen kehittymisen suuronnettomuudeksi. Näin ollen on tärkeitä, että myös vaaratilanteita tutkitaan ja niistä otetaan oppia vakavampien onnettomuuksien välttämiseksi.

9.1.3 Lumen määrä

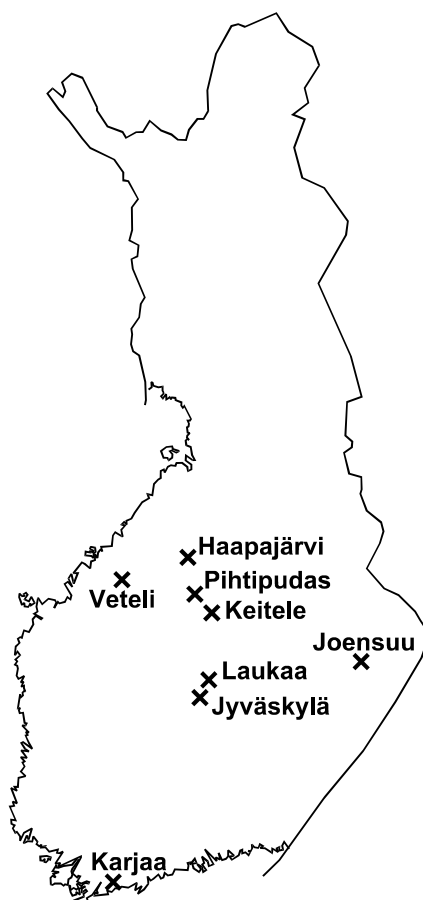
Tutkintalautakunta tilasi Suomen ympäristökeskukselta lausunnon siitä, millainen lumitalanne oli talvella 2006. Lausunto perustuu mittauksiin, joita Suomessa tehdään talven aikana 150 lumilinjalla. Lausuntopyyntöä pyydettiin erityisesti kiinnittämään huomiota lumilinjoihin, jotka ovat onnettomuuksien ja vaaratilanteiden tapahtumapaikkojen lähellä. Kaikilla näillä lumilinjoilla lumen paino oli alle 150 kg/m², mikä on selvästi vähemmän kuin se kuorma, jonka kattojen pitäisi kestää. Lausunnossa ei ollut mukana Joensuu,

mutta lumen määrän tiedetään erikseen saadun tiedon perusteella olleen huhtikuun alussa vähän yli 150 kg/m^2 . Romahduksen aikaan lumi oli pääosin siellä sulanut, mutta sulamisvedet olivat jääneet kuormittamaan kattoa.

Lumikuormien arvioinnissa tulee ottaa huomioon, että katoille lunta saattaa kertyä eri tavalla kuin maastoon. Lumen kertymiseen voi vaikuttaa katon muoto ja materiaali, katon suunta ilmansuuntiin nähden ja ympäröivä maasto. Tapahtumapaikoilla tehdyt havainnot ja mittaukset kuitenkin vahvistavat sen, että millään kyseessä olevalla paikkakunnalla lunta ei ollut niin paljoa, että kelvollinen katto voisi pettää.

Talvella 2006 lunta oli lausunnon mukaan Etelä- ja Keski-Suomessa yleisesti alle 180 kg/m^2 ja monin paikoin huomattavastikin sen alle. Yli 200 kg/m^2 esiintyi vain Kainuussa ja Kuusamossa sekä Lapin keskiosissa, joissa rakenteet pitääkin mitoittaa eteläisempää Suomea suuremmalle kuormalle.

Vuodesta 1952 lähtien suurimmat lumen määrät ovat olleet Etelä- ja Keski-Suomessa $180\text{--}320 \text{ kg/m}^2$. Vuoden 2006 maksimilumikuormat olivat pääosin keskimääräisiä ja paikoin hieman sitä suurempia, mutta eivät mitenkään poikkeuksellisia.



Kuva 31. Tapahtumapaikat kartalla.

Bild 31. Olycksfallsplatserna på kartan.

Figure 31. Incident locations shown on a map of Finland.

9.1.4 Yhteenveto tutkituista tapauksista

Rakennusten iät

Rakennusajankohdat olivat seuraavat

- Pihtipudas 2001 ja 2000
- Laukaa 1970-luvun alku
- Karjaa 1992–1993
- Keitele 1950-luku (laajennukset 1960- ja 1970-luvulla)
- Haapajärvi 1997
- Jyväskylä 1991
- Veteli 1990-luvun alku
- Joensuu 1976

Kaikki rakennukset Pihtiputaan maatalousrakennuksia lukuun ottamatta oli rakennettu vanhan rakentamislainsäädännön aikaan eikä uudella maankäyttö- ja rakennuslailla ole siten ollut vaikutusta rakentamiskäytäntöihin. Rakennusten suunnittelu ja rakennustyöt on tehty myös ennen 2000-luvulla sattuneita huomiota herättäneitä onnettomuuksia ja niiden jälkeen käyttöön otettuja uusia toimintatapoja.

Rakennetyypit

Pettänyt rakenneosa oli Pihtiputaalla, Haapajärvellä ja Vetelissä puinen kattoristikko. Pihtiputaalla kyseessä oli paikallista valmistetta oleva vaneriliitoksin koottu ristikko ja kahdessa muussa tapauksessa ristikot olivat tehdasvalmisteisia naulalevyristikoita. Pihtiputaalla ristikon kapasiteetti oli riittämätön, mutta tehdasvalmisteiset naulalevyristikot sellaisenaan olivat kunnossa ja kapasiteetti riittävä. Ongelmaksi näissä muodostui ristikoiden sivuttaistuenta, mistä huolehtiminen on erityisen tärkeää käytettäessä pitkiä ja hoikkia ristikoita. Haapajärvellä ristikon jänneväli oli 19,5 metriä ja Vetelissä 22 metriä. Tehdasvalmisteisissa ristikoissa käytettävän puutavaran leveys oli 42 mm.

Laukaassa kyse oli liimapuupalkin ja betonipilarin välisestä liitoksesta. Karjaalla ongelma liittyi betoniin julkisivuelementteihin, niiden kiinnitykseen ja yhteistoimintaan lähinnä pysäköintitason betonikannen kanssa. Keiteleellä vaurioitui noin 50 vuotta vanha liimapuupalkki liimauksen petettyä.

Jyväskylässä ja Joensuussa petti kantava teräspoimulevy, jotka oli kummassakin tapauksessa mitoitettu normien mukaan. Jyväskylässä ongelman aiheutti se, että lumi valui alas suurelta kaarikatolta ja kinostui suureen kasaan kuormittamaan kattoa. Joensuussa pettämisen syy oli puolestaan se, että kattokaivo oli mennyt tukkoon ja sulamisvedelle ei ollut muuta reittiä pois katolta.

Onnettomuudet ja vaaratilanteet tapahtuivat hyvin erilaisille rakenteille. Välittömiä teknisiä yhteisiä piirteitä oli Haapajärven ja Vetelin tapauksissa ja jossain määrin Jyväskylässä ja Joensuussa.

Rakennuksissa aikaisemmin tehdyt havainnot

Useissa tapauksissa rakennuksissa oli ollut havaittavissa merkkejä mahdollisista ongelmista tai puutteet olisivat olleet pääteltävissä. Se osoittaa, että piileviä rakenneongelmia on mahdollista havaita ennakkoon, mutta se kuitenkin usein edellyttää asiantuntemusta ja erikseen annettua tarkastustehtävää.

Pihtiputaan tapauksesta tutkintalautakunnalla ei ole tiedossa, että rakennuksissa olisi havaittu aikaisemmin mitään poikkeavaa. Tosin ensimmäisen kattoromahduksen jälkeen olisi ollut ennustettavissa, että samalla tavalla on mahdollista käydä myös muissa vastaavalla tavalla rakennetuissa rakennuksissa. Näin kävikin kahta viikkoa myöhemmin.

Laukaassa liimapuupalkeissa ei tietävästi ollut havaittu ongelmia aikaisemmin, eikä pilarin ja palkin välinen rako ilmeisesti ollut lattialta nähtävissä. Ylempää rako olisi voitu havaita.

Karjaalla elementtien siirtymiä oli havaittu ja rakennukseen oli tehty korjauksia eli ongelmiin oli pyritty puuttumaan aivan oikein. Kunnolla asia ei kuitenkaan ollut ratkennut, sillä vasta rakennusvalvontaviranomaisen vaatima toinen selvitys paljasti, että elementtien yläosien kiinnitystä on syytä parantaa.

Keiteleellä liimapuupalkeissa oli havaittu merkittäviä halkeamia jo aikaisemmin, sillä niitä oli paikkailtu tasoitteella. Palkkien kunnan huononeminen ja mahdollisesti liimausten pettäminen olisi voitu todeta silmämääräisen asiantuntija-arvion perusteella.

Haapajärvellä oli havaittu aikaisemmin sisäkaton levytyksessä saumojen avautumisia tai halkeamia, jotka ovat voineet johtua kattoristikoiden taipumista. Kattoristikoiden tuentaa tuntevan henkilön olisi ollut mahdollista havaita julkisivun ja katon korotusosan kohdan puutteellinen yläpaarteiden tuenta ullakkotilassa tehdyssä tarkastuksessa. Muualla tuenta oli umpinainen raakaponttilaudoitus, kun taas ongelmakohdassa tukiväli poikkies oleellisesti ollen 1 600 mm.

Jyväskylässä lumen liukuminen kaarikattoa myöden ja sen kinostuminen oli tiedossa ja lunta oli tietävästi aikaisempina talvina poistettu. Eräänä talvena katolta tullut lumi oli myös rikkonut katolla olevien laitteiden rakenteita. Lumeen liittyvä ongelma oli siis ollut tiedossa. Hallin hallinnassa oli tosin juuri tapahtunut muutoksia eikä kaikki tieto kyseisestä ongelmasta välttämättä ollut siirtynyt.

Vetelissä rakennuksessa oli havaittu aikaisempina vuosina toisen päätyseinän liikkumista tuulella, mikä on merkki vakavista ongelmista rakennuksen jäykistyksessä. Ongelmia oli korjattu lisätuilla, mutta asiantuntevaa koko rakennusta koskevaa tarkastusta tai korjaussuunnitelmaa ei ollut tehty.

Joensuussa kattokaivojen tukkeutumisongelmaa oli ollut aikaisemminkin, sillä rakennuksen matalan osan kaivoihin oli lisätty lämmitysvastukset. Niitä ei ollut lisätty korkeaan osaan, jossa vaurio tapahtui. Vastusten puuttumisella ei kuitenkaan ollut vaikutusta onnettomuuteen, koska kyse oli kaivon tukkeutumisesta roskien vuoksi. Rakennuksen ympärillä oli puita ja katolla ainakin oksia ja havuja, joista oli pääteltävissä kattokaivojen

tukkeutumismahdollisuus. Sekin oli todettavissa, että yhden kaivon tukkeutumistilanteessa vedellä ei ollut vaihtoehtoista poistumisreittiä.

9.1.5 Rakennusten tarkastukset vuonna 2004

Vuonna 2003 sattui useita huomiota herättäneitä kattovaurioita, joiden jälkeen Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry, Rakennusteollisuus RT ry, Suomen Kuntaliitto, Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ja ympäristöministeriö perustivat rakenteellisen turvallisuuden johtoryhmän käsittelemään rakennusten rakenteellisen turvallisuuden kehittämistä ”nollatoleranssin” pohjalta.

Yhteistyöryhmä käynnisti vuoden 2003 lopussa rakennusten kertaluontoisen tarkastuksen. Käytännössä tarkastukset järjestettiin niin, että RAKLI, RT ja Kuntaliitto kehottivat kirjeellä jäsenistöään ryhtymään tehostettuun tarkastukseen. Raklin jäsenet ovat kiinteistönomistajia, joilla on tarkastettavana enimmillään 5 000 kiinteistöä, mutta useimmilla kysymys on muutamasta sadasta kiinteistöstä. RT:n tarkastuskehotukset kohdistuivat rakennusliikkeisiin ja siten rakenteilla oleviin rakennuksiin. Kuntaliiton jäsenenä puolestaan ovat Suomen kunnat, joita kehoitettiin tekemään tarkastuksia omaan rakennuskantaansa.

Julkisuudessa olleiden tietojen mukaan tarkastus on tehty yhteensä lähes 7 000 rakennukseen, mutta tarkastusta ei ollut tehty yhteenkään nyt tutkittavana olevaan kohteeseen. Rakli suositteli tarkastusten kohdistamista erityisesti rakennuksiin ja tiloihin, joissa on yhtäaikaaisesti paljon ihmisiä. RT:n tarkastuskehotus kohdistui rakenteilla olleisiin rakennuksiin, jotka rakentaja katsoi rakenteeltaan vaativaksi. Kuntaliitto suositteli tarkastusten tekemistä rakennuskannan riskialttiille rakennuksille. Tarkastusten tulosten kirjaamista varten oli lomake, jossa rakennusten pinta-alaksi oli todettu >500m², mutta ilmeisesti pienempiäkin tarkastettiin. Kyseisen lomakkeen lisäksi tarkastuksen helpottamiseksi oli myös joitakin muita ohjeita.

Tarkastusten kattavuudesta ja tuloksista ei ole yhteenvedoa, mutta seuraavassa on esitetty tuloksia Raklilta, RT:ltä ja Kuntaliitolta saatujen vastausten perusteella.

Raklin mukaan kaikki sen jäsenistöön kuuluvat kiinteistöjen omistajat eivät halunneet raportoida tuloksista, joten kirjallisesti tarkastustuloksia saatiin ”noin reilusta parista sadasta kohteesta”. Lisäksi suullisesti oli saatu tietoa, että tarkastuksia on tehty arviolta yli kymmenkertainen määrä. Yksittäisiä rakennuksia koskevia selvityksiä saatiin 129 kappaletta. Tarkastettujen rakennusten käyttötarkoitukset olivat hyvin erilaisia eikä mikään käyttötarkoitus ylittänyt 10 % kohteiden määrästä. Mukana oli muun muassa teollisuushalleja, urheiluhalleja, kauppakeskuksia, kirkkorakennuksia, kouluja, yliopistoja, kirjastoja, päiväkotia, ravintoloita, toimistoja, autoliikkeitä, uimahalleja ja jäähalleja.

Pääsääntöisesti tarkastukset teki konsultti, joka yleensä oli ammatiltaan rakennesuunnittelija. Asiasta annettussa toimintaohjeessa tosin todettiin, että alustavan tarkastuksen voi tehdä kiinteistönhoidon oma organisaatio. Tarkastetuista rakennuksista oli sellaisia, joissa vaurioita ei havaittu lainkaan 67 %, lisäselvityksiä tarvitsevia 18 %, korjaustarve havaittiin 9 %:ssa ja välitön korjaustarve todettiin 2 %:ssa tarkastetuista kohteista. Loput 4

% olivat sellaisia, joissa oli kirjattu aiemmin tehty korjaus. Raklin mukaan tehtyjen tarkastusten perusteella ei ole epäiltävissä, että rakennuskannassamme piilisi merkittävä sortumisriski, vaikkakin korjausta vaativia kohteita rakenteissa esiintyykin jonkin verran.

RT:n tarkastuksiin kehottavat kirjeet lähetettiin jäsenyritysten eli rakennusliikkeiden toimitusjohtajille. Pyydettyjä tarkastuslomakkeita palautui alle kymmenen, mutta RT:n käsityksen mukaan laadunvarmistusta terävöitettiin kaikissa yrityksissä, jotka rakensivat tai ylipäänsä rakentavat suuria hallityyppisiä kohteita. Tarkastettujen kohteiden lukumäärästä ja mahdollisista löydöksistä ei RT:llä ole tietoa. Mahdollisesti havaitut riskikohdat korjattiin kuntoon työn aikana. Käsitys on, että tilanne on hallinnassa ammattimaisesti toimivien kiinteistönomistajien, rakennushankkeiden tilaajien ja rakennuttajien osalta. Sen sijaan kertatilaajien tarkastukset eivät mahdollisesti olleet kattavia. RT:ssä turvallisuustyötä on sittemmin jatkettu Tassu-projektin yhteydessä, jossa aiheena on valmiso-sarakentamisen turvallisten asennusratkaisujen kehittäminen.

Kuntaliitto lähetti kuntiin vuoden 2004 alussa tarkastuksia ja niiden tuloksia koskevan kyselylomakkeen. Kuntaliitto laati kyselyn vastauksista yhteenvedon. Vastanneita kuntia oli 53 ja siihen mennessä tarkastettuja kohteita oli 428. Kuntaliiton arvion mukaan kaiken kaikkiaan tarkastettuja kohteita olisi noin 500. Kohteista 27 % oli kouluja, urheilu- ja palloiluhalleja 12 %, päiväkoteja 11 % ja oppilaitoksia 11 %. Muut olivat teollisuushalleja, uimahalleja, jäähalleja, yleisöhalleja, kirjastoja, palvelukeskuksia ja kauppakeskuksia. Lisäksi 10 % luokiteltiin tunnuksella "muu käyttötarkoitus". Tarkastus oli silmämääräinen ja sen teki 47 %:ssa kiinteistön ylläpitäjä, 21 %:ssa viranomainen, 17 %:ssa erikseen palkattu rakenneasiantuntija, 3 %:ssa kohteen rakennesuunnittelija ja lopuista ei ole tietoa tai tarkastuksen teki joku muu. Ohjeena oli, että jos ongelmia havaitaan, tulee käännyä rakennusteknisen asiantuntijan puoleen.

Kuntaliiton kehotuksen perusteella tarkastetuista kohteista 68 %:ssa ei havaittu vaurioita. Vaurioita havaittiin 20 %:ssa, lisäselvitystarve oli 15 %:ssa, korjaustarve 9 %:ssa ja välitön korjaustarve 1 %:ssa. Lisäksi tuloksista ilmenee, että 2 %:ssa oli aiempi, jo korjattu vaurio ja 0,3 %:ssa suunnitelmaa ja toteutusta koskeva korjaustarve. Kuntaliitto toteaa, että tarkastus oli aiheellinen ja niiden seurauksena rakenteellinen turvallisuus on parantunut. Tarkastus ei kuitenkaan ulottunut esimerkiksi piilossa oleviin rakenteisiin ja toisaalta tarkastukset eivät ulottuneet kaikkiin rakennuksiin.

9.1.6 Mahdollisuudet tutkittujen tapausten estämiseksi

Tutkintalautakunta laati oheisen taulukon, johon koottiin erilaisia ajatuksia erilaisten rakennusonnettomuuksien estämiseksi. Tutkintalautakunta toimi aivoriihenä ja päätti kuhunkin tapaukseen ja toimenpiteeseen sopivan pistemäärän. Pistemäärällä pyrittiin määrittämään, millä toimenpiteellä tutkintalautakunnan mielestä olisi mahdollisuuksia kyseisen onnettomuuden estämiseen.

Tarkoituksena oli, että näin voitaisiin kokeilla eri asioiden vaikutusta ja siten löytää asioita, joilla olisi vaikutusta mahdollisimman moneen tapaukseen. Suuntaa antavasti paras vaikutus on niillä asioilla, joiden yhteenlasketut pisteluvut ovat suurimpia. Taulukossa

mielenkiinto kohdistuu yhteispistemäärä-sarakkeeseen, joten tarkoituksena ei ole kiinnittää huomiota yksittäisten kohteiden pistemääriin.

Taulukko 2. Asioita, joilla olisi voinut olla merkitystä kyseisen tapauksen estämisessä. Merkintöjen selitykset (2= kyllä, 1= mahdollisesti).

1 = Ristikoiden vaneriliitosten peittäminen Pihlputaalla	5 = Naulalevyristikoiden romahtaminen Haapajärvellä
2 = Liimapuupalkkien vaurioituminen Laukaassa	6 = Kaarikaton teräspoimulevyn painuma Jyväskylässä
3 = Julkisivuelementtien kaatumisvaara Karjaalla	7 = Naulalevyristikkorakenteen peittäminen Vetelissä
4 = Liimapuupalkin vaurioituminen Keiteleellä	8 = Katon teräspoimulevyn peittäminen Joensuussa

	Tapaus nro	1	2	3	4	5	6	7	8	Yht.
Väittämä										
Tapaus olisi voitu välttää tavanomaisen tasaisen rakennesuunnittelun avulla		2	-	2	-	-	-	2	2	8
Tapaus olisi voitu välttää tavanomaista tasoa paremman rakennesuunnittelun avulla		-	2	-	-	2	2	-	-	6
Tapaus olisi voitu välttää suunnittelijoiden keskinäisen yhteistyön avulla		-	-	-	-	2	-	2	1	5
Tapaus olisi voitu välttää suunnittelijoiden ja työmaan välisen yhteistyön avulla		2	-	-	-	2	-	1	-	5
Tapaus olisi voitu välttää, jos kohde olisi toteutettu suunnitelmien mukaisesti		2	-	-	-	-	-	-	-	2
Tapaus olisi voitu välttää ammattitaitoinen toteutuksen avulla		2	-	1	-	-	-	2	-	5
Tapaus olisi voitu välttää hyvien suunnitteluohjeiden avulla		-	1	-	-	-	1	-	-	2
Tapaus olisi voitu välttää hyvien yleisten työohjeiden avulla		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tapaus olisi voitu välttää hyvien hankekohtaisten työohjeiden avulla		2	-	-	-	-	-	2	-	4
Tapaus olisi voitu välttää hyvien muunlaisten ohjeiden avulla		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tapaus olisi voitu välttää seuraavilla rakennusvalvonnan toimenpiteillä		-	-	-	-	-	-	-	-	-
- piirustusten ja laskelmien läpikäynti		2	1	-	-	1	-	2	1	7
- katselmukset		2	-	-	-	2	-	2	1	7
- suunnittelijoiden ja rakentajien pätevyyden varmistaminen		1	-	-	-	-	-	2	-	3
- rakennusvalvonnan laatu olisi ollut parempi		2	-	-	-	2	-	2	1	7
Tapaus olisi voitu välttää seuraavilla rakennushankkeeseen ryhtyvän toimenpiteiden avulla		-	-	-	-	-	-	-	-	-
- suunnittelusta huolehtiminen		1	-	-	-	-	-	2	-	3
- osaavasta rakentamisesta huolehtiminen		1	-	-	-	-	-	2	-	3
Tapaus olisi voitu välttää seuraavilla rakennuksen omistajan toimenpiteillä		-	-	-	-	-	-	-	-	-
- huolto		-	-	2	2	-	2	-	2	8
- rakenteiden tarkkailu		-	1	2	2	1	2	1	-	9
Tapaus olisi voitu välttää rakennusvalvonnan nykykäytännön mukaisilla toimenpiteillä (rakentamisen jälkeen)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tapaus olisi voitu välttää rakennusvalvonnan nykykäytäntöjä laajemmilla toimenpiteillä (rakentamisen jälkeen)		-	2	2	2	1	1	2	1	11
Tapaus olisi voitu välttää pelastusviranomaisten nykykäytännön mukaisilla toimenpiteillä		-	-	1	-	-	-	-	-	1
Tapaus olisi voitu välttää pelastusviranomaisten nykykäytäntöjä laajemmilla toimenpiteillä		-	1	2	1	1	1	2	1	9
Tapaus olisi voitu välttää työsuojeluviranomaisen nykykäytännön mukaisilla toimenpiteillä		-	-	-	-	-	1	-	-	1
Tapaus olisi voitu välttää työsuojeluviranomaisen nykykäytäntöjä laajemmilla toimenpiteillä		-	1	1	1	1	2	2	1	9
Tapaus olisi voitu välttää rakennusvalvontaviranomaisen, työsuojeluviranomaisen ja pelastusviranomaisen yhteistyöllä		-	1	2	1	1	1	2	1	9
Tapaus olisi voitu välttää rakennuksen kriittisten kohteiden selvittämisellä rakennusaikana		1	1	1	-	2	2	2	-	9
Tapaus olisi voitu välttää rakennuksen kriittisten kohteiden selvittämisellä käytön aikana		-	-	1	2	1	2	2	1	9
Tapaus olisi voitu välttää, jos toiminnanharjoittaja olisi laatinut kattavan pelastussuunnitelman		-	-	-	-	-	1	-	-	1
Tapaus olisi voitu välttää, jos rakennuksessa toimiva työnantaja olisi tehnyt kattavan työympäristön vaarojen selvityksen		-	-	1	2	-	2	-	-	5
Tapaus olisi voitu välttää oppimalla itselle tapahtuneista vaaratilanteista tai aikaisemmista tapahtumista		-	-	2	2	1	2	2	2	11
Tapaus olisi voitu välttää oppimalla muille tapahtuneista vaaratilanteista tai aikaisemmista tapahtumista		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tapaus olisi voitu välttää, jos rakennuksilla olisi katsastusmenettely ja sitä olisi sovellettu kyseiseen rakennukseen		-	2	2	2	2	-	2	2	12
Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje		-	-	2	2	-	2	1	2	9

Taulukon yhteispistemäärien painotusten avulla voidaan todeta, että tapauksia olisi voitu välttää rakentamisen aikana hyvän rakennesuunnittelun, mutta myös rakennusvalvonnan toimenpiteiden avulla. Osaan olisi riittänyt tavanomaisen rakennesuunnittelun osaamisen hyödyntäminen, mutta osassa tapauksista olisi tarvittu tavanomaista parempaa rakennesuunnittelua. Rakennusvalvonnan osalta mahdollisuuksia vaurioiden estämiseen olisi ollut rakennusaikana suunnitelmien läpikäynnin, katselmusten ja yleensä paremmanlaatuisen valvonnan avulla. Sen sijaan suunnittelijoiden ja rakentajien pätevyyden paremmalla varmistamisella ei erityisemmin olisi ollut vaikutusta, koska useimmissa tapauksissa rakentamisessa oli mukana alan ammattilaisia, joiden osaamista ei ollut syytä kyseenalaistaa. Lisäksi taulukosta voidaan todeta, että paremmilla suunniteluun tai toteutukseen liittyvillä ohjeistuksilla ei olisi ollut merkittävää vaikutusta. Paremmalla toteutuksella olisi voinut olla vaikutusta kahdessa tai kolmessa kohteessa. Vauriot kuitenkin tapahtuivat jo aikaisemmin rakennetuissa rakennuksista, joten rakennusaikaisen toimenpiteiden arviointi ei oikein sovellu tutkittavana olevien tapausten analysointiin. Sen sijaan tulevia rakennushankkeita koskevia kehittämisajatuksia voi syntyä.

Näiden jo aikaisemmin rakennettujen rakennusten vaurioihin olisi taulukon perusteella voitu merkittävästi vaikuttaa rakennuksen omistajan tai haltijan järjestämällä huollolla ja rakenteiden tarkkailulla, mihin liittyy myös itselle sattuneista vaaratilanteista oppiminen.

Mahdollisuuksia turvallisuuden parantamiseen rakentamisen jälkeen olisi ollut myös kolmen eri viranomaisen nykykäytäntöjä laajemmilla toimenpiteillä. Viranomaiset ovat rakennusvalvonta, pelastusviranomainen ja työsuojeluviranomainen. Nykykäytännön mukaisilla toimenpiteillä mahdollisuudet olisivat olleet huonot, mutta osaamisen ja tehtävien uudella kohdistamisella olisi ollut vaikutusta. Tähän perustuu myös lautakunnan näkemys siitä, että viranomaisten yhteistyöllä esimerkiksi tarkastustoiminnassa ja tulokista tiedottamisessa olisi ollut mahdollisuuksia tunnistaa nämä vaarat. Samoja vaaroja olisi todennäköisesti pystytty tunnistamaan myös katsastusmenettelyllä, jonka saama pistemäärä oli tutkintalautakunnan tarkastelussa merkittävä. Apua olisi ollut myös hyvin laadituista käyttö- ja huolto-ohjeista.

9.1.7 Onnettomuuksien ennaltaehkäisyyn liittyvät velvoitteet

Useat viranomaismääräykset edellyttävät, että rakennus pidetään kunnoltaan turvallisena ja että rakennusten käytössä ja huollossa toimitaan onnettomuuksia ehkäisevästi. Maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) ja pelastuslain keskeiset vaatimukset on kohdistettu rakennuksen omistajalle ja haltijalle. Työturvallisuuslain vaatimukset on kohdistettu pääasiassa rakennuksissa toimiville työnantajille. Viranomaisvalvontaan sisältyy myös viranomaistehtäviä, joiden tarkoitus on varmistaa onnettomuuksien ennaltaehkäiseminen.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL)

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennus ympäristöineen on pidettävä sellaisessa kunnossa, että se jatkuvasti täyttää terveellisyden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset eikä aiheuta ympäristöhaittaa tai rumenna ympäristöä. Tämä määräys velvoittaa ennen muuta rakennuksen omistajaa tai haltijaa onnettomuuksia ennalta ehkäisevään toimintaan.

On selvää, että ainakaan niissä tutkituissa kattovauriotapauksissa, jotka etenivät romahdukseen asti, rakennus ei ollut turvallisessa kunnossa. Turvallisuudelle vaaraa aiheuttavan yksityiskohdan havaitseminen on käytön aikana toisinaan vaikeaa. Toisaalta ainakin kahteen tapaukseen liittyy rakennuksen huollon puutteita, jotka olisi rakennuksen omistajan keinoin ollut hoidettavissa kuntoon.

Uusille rakennuksille tehdään käyttö- ja huolto-ohjeet, joiden avulla huoltokohteet voidaan määrittellä ja ohjeistaa. Tutkituissa kattovauriotapauksissa kyse oli 5–50 vuotta vanhoista rakennuksista, eikä niiden käyttöä varten ole todennäköisesti ollut ohjeita.

Rakennuksen omistajien ei aina voida olettaa osaavan tunnistaa rakenteiden ongelmia varsinkaan, jos käytettävissä ei ole soveltuvia ohjeita. Rakennuksen omistajalle tai haltijalle ainoat mahdollisuudet ongelmien tunnistamiseen ovat rakenteiden käyttäytymisen tarkkailu ja puuttuminen havainnoitavissa olevien vaurioiden perusteella tilanteeseen. Paremmin muun muassa piilevät ongelmat on kuitenkin löydettävissä tilaamalla rakenteiden turvallisuuden tarkastus osaavalta suunnittelutoimistolta ja toistamalla tarkastus säännöllisesti sopivassa laajuudessa. Kattavaan tarkastukseen kuuluu myös rakenteisiin perehtyminen piirustusten avulla ja suunnitellun rakenteen vertaaminen toteutettuun rakenteeseen.

Pelastuslaki ja pelastussuunnitelma

Pelastuslain 8 §:n mukaan rakennuksen omistaja ja haltija, teollisuus- ja liiketoiminnan harjoittaja, virasto, laitos ja muu yhteisö on asianomaisessa kohteessa ja muussa toiminnassaan velvollinen ehkäisemään vaaratilanteiden syntymistä, varautumaan henkilöiden, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseen vaaratilanteissa ja varautumaan sellaisiin pelastustoimenpiteisiin, joihin ne omatoimisesti kykenevät.

Pelastuslain 9 §:n 3. momentin mukaan valtioneuvoston asetuksessa tarkemmin määriteltävään rakennukseen tai muuhun kohteeseen, jossa henkilö- ja paloturvallisuudelle tai ympäristölle aiheutuvan vaaran taikka mahdollisen onnettomuuden aiheuttamien vahinkojen voidaan arvioida olevan vakavat, on laadittava pelastussuunnitelma 8 §:ssä tarkoitetuista toimenpiteistä. Pelastussuunnitelman sisällöstä voidaan tarvittaessa antaa tarkempia säännöksiä valtioneuvoston asetuksella.

Edelleen valtioneuvoston asetuksessa pelastustoimesta säädetään tarkemmin pelastussuunnitelmista. Sen mukaan pelastuslain 9 §:n 3 momentissa tarkoitettu pelastussuunnitelma on laadittava muun muassa:

- a) hotelleihin, asuntoloihin, lomakyltiin, leirintäalueille ja muihin vastaaviin majoitus-tiloihin, joissa on yli 10 majoituspaikkaa
- b) kokoontumis- ja liiketiloihin, joissa on runsaasti yleisöä tai asiakkaita, kuten yli 50 asiakaspaikan ravintoloihin, yli 25 hoitopaikan päiväkotihuoneistoihin ja yli 500 neliömetrin kokosiin myymälöihin, kouluihin, urheilu- ja näyttelyhalleihin, teattereihin, kirkkoihin, kirjastoihin ja liikenneasemille
- c) suurehkoihin tuotanto-, varasto- ja maataloustuotantotiloihin

- d) yrityksiin, laitoksiin ja vastaaviin kohteisiin, joissa työntekijöiden ja samanaikaisesti paikalla olevien muiden ihmisten määrä on yleensä vähintään 30
- e) liiketoiminnan harjoittajan tai muun yhteisön järjestämään tapahtumaan, jossa henkilö- ja paloturvallisuudelle tai ympäristölle aiheutuvan vaaran taikka mahdollisen onnettomuuden aiheuttamien vahinkojen voidaan arvioida olevan vakavat tapahtumaan osallistuvien ihmisten suuren määrän tai muun erityisen syyn vuoksi

Lisäksi asetus velvoittaa, että pelastussuunnitelma on pidettävä ajan tasalla, ja siitä on tiedotettava tarvittavalla tavalla asianomaisen rakennuksen tai muun kohteen asukkaille ja työntekijöille sekä muille, joiden on osallistuttava pelastussuunnitelman toimeenpääntöön. Pelastussuunnitelma tai sen yhteenveto on toimitettava alueen pelastusviranomaiselle tämän antamien ohjeiden mukaisesti

Tutkintalautakunta pyysi tutkittavana olevista kohteista pelastussuunnitelmat. Pelastussuunnitelma oli laadittu neljään kohteeseen kahdeksasta. Lautakunnan käsityksen mukaan laki olisi edellyttänyt pelastussuunnitelman laatimista ainakin seitsemään nyt tutkituista yhdeksästä kohteesta. Laaditut suunnitelmat olivat ajantasaiset ja Haapajärven tapauksessa myös toimitettiin suunnitelman edellyttämällä tavalla onnettomuuden aikana, vaikka suoranaisesti yhdessäkään pelastussuunnitelmassa ei ollut mainintaa rakennus- ja paloturvallisuudesta. Kantaa ei ollut otettu myöskään katolle mahdollisesti kertyvän lumen ja jään aiheuttamiin vaaroihin, jotka olivat olemassa ainakin Jyväskylän urheiluhallissa. Siellä lumen ja jään liukuminen kaarikatolta aiheutti teräspoimulevyjen vaurioitumisen, mutta lumi ja jää olisi voinut valuessaan osua myös huoltotöitä tekeviin ihmisiin.

Pelastussuunnitelman laatimisen velvoittavuutta vaikeuttaa se, ettei Suomessa ole yhtenäistä käytäntöä, vaan käytännöt vaihtelevat lääneittäin ja jopa läänien sisällä. Pelastusviranomaiset ovat joutuneet hakemaan apua tulkinnoille muun muassa ympäristöviranomaisista sekä maa- ja metsätalousministeriön omista tulkinnoista.

Etenkin pelastussuunnitelman laatimisprosessi saattaa lisätä mahdollisuuksia tunnistaa rakenteiden virheitä. Rakenteiden suunnittelijalla olisi asiantuntijana parhaat mahdollisuudet antaa rakennuksen omistajalle ja haltijalle ohjeet siitä, miten rakennusta tulee käyttää ja huoltaa niin, että rakenteet pysyvät kunnossa eivätkä sorru. Näitä tietoja olisi mahdollisuus hyödyntää myös pelastussuunnitelman laatimisessa yhtenä vaarojen tunnistamisen välineenä. Pelastussuunnitelman laatiminen ja ajan tasalla pitäminen ohjaa vaarojen tunnistamiseen etukäteen, mikä on menettelynä tärkeä edellytys onnettomuuksien ennalta ehkäisemisessä.

Työturvallisuuslaki

Työnantajan on työturvallisuuslain perusteella järjestelmällisesti selvítettävä ja tunnistettava muun muassa työympäristön aiheuttamat vaarat työntekijöille ja suunniteltava niiden torjunta. Työnantajan on myös jatkuvasti tarkkailtava työympäristöä ja pidettävä edellä tarkoitettu selvitys ajan tasalla. Vaarojen tunnistamisessa on otettava huomioon muun muassa esiintyneet tapaturmat ja vaaratilanteet. Työnantajalla tulee olla hallussa selvitys työympäristön vaaroista työntekijöille ja niiden torjunnasta.

Kaikissa tutkituissa rakennuksissa työskenteli jonkun työntäjän palkkaamia työntekijöitä, tosin emosikalassa, karjanavetassa ja hevosmaneesissa työturvallisuuslain alaista työtä tehtiin vähän ja satunnaisesti. Kaikkiin tutkittuihin vauriotapauksiin liittyi myös vaa- ra työntekijöiden loukkaantumiseen.

Neljään rakennukseen laaditut pelastussuunnitelmat eivät sellaisenaan täyttäneet laajuudeltaan tai laadultaan työnantajan velvollisuudeksi säädettyä turvallisuusselvitystä, vaikka esimerkiksi palovaaroihin varautuminen on keskeistä myös työntekijöiden terveyden kannalta. Tutkintalautakunnalla ei ole tiedossa, että olivatko tutkintaan liittyvissä rakennuksissa toimivat työnantajat laatineet kyseisen selvityksen. Työsuojelupiireistä saadun tiedon mukaan työnantajien vaarojen selvittämisessä on yleisesti puutteita. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje olisi hyvä apuväline myös työnantajille työympäristöön liittyvien vaarojen selvittämisessä.

Urheiluhallin tapauksessa kiinnitettiin huomiota myös siihen, että katolle kertyvien lumi- ja jäämuodostumien poistaminen katolta turvallisesti onnistuu vain ajoneuvonosturiin asennetun henkilönostokorin avulla, koska katolla ei ole turvallista kulkutietä ja katolla liikkuminen on siitä syystä vaarallista.

Ainakin muutamassa tutkitussa tapauksessa työympäristön järjestelmällinen seuranta ja siihen liittyen aiemmista vahingoista ja vaaratilanteista oppiminen olisi saattanut johtaa toimenpiteisiin, joilla olisi voitu estää ainakin osa sattuneista vaurioista.

Rakennusten omistajien ja haltijoiden sekä rakennuksissa toimivien työnantajien tulisi tehdä yhteistyötä rakennukseen ja sen laitteisiin liittyvien vaarojen tunnistamiseksi sekä toimenpidesuunnitelmien laatimiseksi, niin että rakennukset ovat turvallisia käyttää. Valvovien viranomaisten tulisi omalla toiminnallaan edistää tätä yhteistyötä.

Rakennusvalvontaviranomaisen onnettomuuksia ehkäisevä toiminta

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kunnan rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakennuksen korjattavaksi tai sen ympäristön siistittäväksi, jos rakennuksen kunnossapitovelvollisuus laiminlyödään. Jos rakennuksesta on ilmeistä vaaraa turvallisuudelle, tulee rakennus määrätä purettavaksi tai kieltää sen käyttäminen. Ennen korjauskehoituksen antamista rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakennuksen omistajan esittämään rakennusta koskevan kuntotutkimuksen terveellisyyden tai turvallisuuden johdosta ilmeisen välttämättömien korjaustoimenpiteiden selvittämiseksi.

Jos on perusteltu syy epäillä, että rakentamista tai rakennuksen kunnossapitoa koskevia säännöksiä, määräyksiä tai kieltoja on rikottu, rakennusvalvontaviranomaisella on oikeus päästä myös rakennukseen tai huonetiloihin. Tarkastuksen toimittamisesta on ilmoitettava vähintään yhtä vuorokautta aikaisemmin rakennuksen tai huonetilan omistajalle ja haltijalle.

Rakennusvalvontaviranomaisella ei ole määräysten perusteella velvollisuutta aktiivisesti tehdä tarkastuksia rakennuksiin valvoakseen, onko rakennusta hoidettu määräysten mukaan. Tutkintalautakunnan tietojen mukaan rakennusvalvontaviranomainen ei ole missään tutkitussa kattovauriokohteessa tehnyt rakennuksen käytön aikaista tarkastusta

ennen vauriota. Tarkastus olisi edellyttänyt, että rakennusvalvontaviranomaiselle olisi tullut ilmoitus epäilyistä vaarasta. Tällaisia ilmoituksia ei tutkituista kohteista kuitenkaan tehty, joten rakennusvalvontaviranomaisilla ei ollut käytännössä mahdollista asioihin puuttua. Rakennustarkastajilla olisi voinut olla rakentamisen asiantuntijoina paikan päällä mahdollisuus havaita ja tunnistaa rakenteiden heikkouksia ennen niiden sortumista.

Työsuojeluviranomaisten onnettomuuksia ehkäisevä toiminta

Työsuojeluviranomaisten valvonnan yhtenä keskeisenä tavoitteena on varmistaa se, että työpaikoilla on käytössä toimivat turvallisuuden hallintajärjestelmät. Yksi turvallisuuden hallinnan peruslähtökohta on se, että työpaikalla on toimivat menettelyt vaarojen tunnistamiseen. Valvontaa painotetaan erityisesti sellaisiin työpaikkoihin, joissa muun muassa tilastojen perusteella tiedetään olevan suurimmat vaarat työntekijän henkisen tai fyysisen terveyden menettämiseksi. Viime vuosina erityisesti henkiset vaaratekijät sekä tuki- ja liikuntaelinten sairaudet ovat nousseet tapaturmavaarojen rinnalle valvonnan painoalueiksi. Näistä syistä valvonnassa on vähennetty sellaisia työpaikkatarkastuksia, joissa erityisesti etsittäisiin tapaturmavaaroja aiheuttavia puutteita.

Työsuojeluviranomaisten tehtävistä on säädetty työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistyöstä annetussa laissa (valvontalaki). Valvontalain mukaan valvonnan tarkoitus on varmistaa työsuojelusäännöksiä koskevien säännösten noudattaminen. Työsuojelutarkastuksia on tehtävä niin usein ja niin tehokkaasti kuin valvonnan vaikuttavuuden kannalta on tarpeellista. Tarkastajan on laadittava tarkastuksesta kirjallinen tarkastuskertomus ja annettava se tiedoksi työnantajalle ja työsuojeluvaltuutetulle.

Keski-Suomen työsuojelupiiri on antanut Jyväskylän urheiluhallin suunnitteluvaiheessa rakennussuunnitelmista ennakkolausunnon. Tässä lausunnossa ei ole mainittu lumen ja jään valumisen aiheuttamia vaaroja. Keski-Suomen työsuojelupiiri ei ole tehnyt urheiluhallin käytön aikana rakennukseen kohdistuvaa tarkastusta. Työsuojelupiireille tehdyn kyselyn mukaan, missään muussakaan tutkittavana olleessa rakennuksessa työsuojeluviranomainen ei ole tehnyt sellaista työpaikkatarkastusta, jossa olisi kiinnitetty huomiota rakennuksen rakenteisiin.

Pelastusviranomaisten onnettomuuksia ehkäisevä toiminta

Pelastusviranomaisen tehtävistä on säädetty pelastuslaissa. Pelastuslain mukaan pelastuslaitoksen tehtäviin kuuluu tulipalojen ehkäisyn lisäksi myös muiden onnettomuuksien ehkäisy. Pelastustoimen palvelutason on vastattava onnettomuusuhkia ja se on järjestettävä siten, että onnettomuuksien ehkäisy on järjestetty. Pelastusviranomaisen tulee seurata onnettomuusuhkien sekä onnettomuuksien määrän ja syiden kehitystä. Pelastusviranomaisen tulee toimia työssään yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa.

Pelastuslaitoksen on tehtävä henkilöille tavanomaista suurempaa vaaraa aiheuttaville rakennuksille palotarkastus vuosittain. Palotarkastuksessa on valvottava, että kiinteistön omistaja on varautunut onnettomuuksien ehkäisyyn säädöksissä ja määräyksissä vaaditulla tavalla muun muassa laatimalla pelastussuunnitelman. Palotarkastuksesta on pidettävä pöytäkirjaa ja se on annettava tiedoksi asianosaisille.

Tutkintalautakunta selvitti, milloin tutkinnan kohteena olevissa rakennuksissa oli tehty viimeksi palotarkastus. Pihtiputaan kohteissa ja Vetelissä palotarkastukset oli saatavissa olleiden tietojen perusteella todennäköisesti tehty rakennusten valmistumisen aikoihin eli Vetelissä 1990-luvun alussa ja Pihtiputaalla vuoden 2000 tienoilla. Keiteleellä palotarkastus oli tehty viimeksi vuoden 2004 lopussa, Joensuussa keväällä 2005 ja Laukaassa, Karjaalla, Haapajärvellä, Jyväskylässä ja vaurioita edeltäneenä syksynä vuonna 2005.

Pelastusviranomaiset olivat määritelleet Laukaan, Haapajärven, Jyväskylän ja Karjaan rakennukset erityiskohteiksi, joissa palotarkastus oli määritetty tehtäväksi vuosittain. Pihtiputaan ja Joensuun kohteet eivät olleet erityiskohteita, mikä tarkoittaa, että palotarkastusväli on pidempi, usein 10 vuotta. Keiteleen kaupparakennus oli ollut vuoteen 2004 asti erityiskohde, mutta sen jälkeen palotarkastusväliksi oli määritetty viisi vuotta. Vetelin maneesi puolestaan on ollut määriteltynä erityiskohteeksi kattoromahduksen jälkeen.

Viranomaisten välinen yhteistyö

Tutkituissa tapauksissa mahdollista sortumisvaaraa eivät olleet tunnistaneet rakennusten omistajat tai haltijat eivätkä rakennuksissa toimineet työnantajat. Mikään edellä mainituista viranomaisista ei ollut pitänyt kyseisiä kohteita valvonnan kannalta keskeisinä ainakaan rakenteiden turvallisuuden osalta.

Viranomaisvalvonnan resurssit ovat lähes jokaisella toimialalla vähäiset ja resursseja kohdennetaan kaikkein tärkeimpiin valvontakohteisiin. Rakennusvalvonta-, työsuojelu- ja pelastusviranomaisten kannattaisi selvittää yhteistyön mahdollisuuksia valvonnan tehostamiseksi. Rakennusmääräysten mukaan uusien rakennusten käyttöä ja huoltoa varten on laadittava ohjeet, samoin rakennustyön turvallisuusmääräyksissä on rakennuttaja veloitettu laatimaan ohjeet rakennuksen turvallista käyttöä ja huoltoa varten. Pelastuslain mukaan rakennuksille on tehtävä pelastussuunnitelma. Kaikkien näiden ohjeiden ja suunnitelmien laatimisen peruslähde on se, että rakennuksen käyttöön ja huoltoon liittyvät riskitekijät tunnistetaan ja selvitetään järjestelmällisesti ja riskikartoitus pidetään ajan tasalla. Viranomaiset voisivat tehdä yhteistyötä ainakin rakennusten käyttö- ja huolto-ohjeiden asianmukaisen laatimisen ja ajan tasalla pidon valvonnassa sekä riskikartoitusten työkalujen kehittämisessä.

Ennen uuden maankäyttö- ja rakennuslain voimaantuloa (2000) rakennettujen rakennusten osalta olisi ehkä tarpeen järjestää kaikkien tarpeellisten tahojen yhteistyönä järjestelmällinen asiantuntijatarkastus, jossa kriittiset rakennukset tarkastetaan keskeisten terveyden vaaraa aiheuttavien puutteiden ja virheiden tunnistamiseksi ja korjaamiseksi. Tarkastusten perusteella olisi tarpeen laatia kriittisille rakennuksille ajantasaiset käyttö- ja huolto-ohjeet ja toimenpidesuunnitelmat korjaustoimenpiteitä vaativille rakennuksille. Näissä tarkastuksissa ja niiden organisoinnissa rakennusvalvontaviranomaiset, työsuojeluviranomaiset sekä pelastusviranomaiset voisivat tehdä yhteistyötä.

9.2 Pelastustoiminnan analysointi

Kuudessa tapauksessa tapahtumapaikalta tehtiin heti vaurion jälkeen puhelimitse hätäläsoittelu hätäkeskukseen, joka hälytytti paikalle pelastuslaitoksen yksiköitä. Haapajärven

tapauksessa ilmoitus tehtiin jo ennen romahdusta, kun onnettomuuden vaara oli havaittu. Yhdessä tapauksessa paikalta ei tehty hätäilmoitusta heti vaan ilmoittaminen jäi seuraavaan päivään. Kahdessa muussa tapauksessa kohteesta soitettiin suoraan palokuntaan, sillä soittajilla oli tiedossa suorat yhteystiedot. Näistä kahdesta tapauksesta ei tehty varsinaisia hälytyksiä eikä niitä ole kirjattu pelastustoimen onnettomuus ja resurssitalojärjestelmään vaikka pelastuslaitoksen henkilöitä kävi paikalla.

Hätäkeskuspäivystäjä kirjasi tapahtumatyypiksi "räjähdys/sortuma" molemmissa Pihtiputaan sortumissa. Jyväskylän tapaus kirjattiin räjähdys-/sortumavaaraksi. Keiteleellä, Haapajärvellä ja Joensuussa tapahtumatyyppi oli "vahingontorjunta" ja Vetelissä "muu onnettomuus tai tilanne".

Pelastuslaitoksen tehtävänä oli lähinnä tilanteen toteaminen ja lisävahinkojen estäminen. Lisävahinkojen estämiseen kuului esimerkiksi lumen poistoa, ylös jääneiden rakenteiden tukemista ja alueen eristämistä. Pihtiputaalla maatalousrakennuksissa sattuneiden vaurioiden osalta tehtäviin kuului myös eläinten siirto turvaan. Jyväskylässä ihmiset poistettiin hallista vasta palokunnan käskystä, minkä hallin henkilökunta olisi voinut tehdä varmuuden vuoksi jo aikaisemmin.

Haapajärven tapauksessa palokunta ehti paikalle jo ennen katon sortumista. Palokunta pyrki selvittämään syytä kattorakenteista kuuluville äänille ja perehtyi rakenteeseen. Tutkinnan kannalta palokunnan nostokorista ottamista valokuvista oli suuri hyöty, sillä niistä on voitu päätellä yksiselitteisesti onnettomuuteen johtaneet syyt. Palokunta otti valokuvia yläpohjasta irrottamalla ensin seinästä verhouslevyn. Palokunnan tutkiessa asiaa tapahtui nopea romahdus, jonka yhteydessä kaatui seinä osuen hieman nostokoriin. Tapahtuma osoittaa onnettomuuspaikan vaarallisuutta. Romahdusvaaratilanteessa nopea ja yllättäviin suuntiin laajentuva sortuma tulisi pyrkiä ottamaan huomioon.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

10.1 Toteamukset

1. Kevättalvella 2006 tapahtui useita rakenteisiin liittyviä onnettomuuksia tai vaaratilanteita lyhyen ajan kuluessa. Tutkintalautakunta selvitti kahdeksalla eri paikkakunnalla sattuneet tapaukset.
2. Selvitykseen otettiin rakennuksia, joissa voi olla samaan aikaan suuri määrä ihmisiä ja näin ollen suuren onnettomuuden vaara. Poikkeus oli Pihtiputaan kattoromahdukset, joiden tutkinnalla haluttiin kiinnittää huomiota maatalousrakentamiseen.
3. Onnettomuuksista ja vaaratilanteista ei aiheutunut henkilövahinkoja. Vakavimmat vaaratilanteet tapahtuivat Haapajärvellä ja Vetelissä, joissa katto romahti suurelta alueelta ja kyseessä olivat yleisökäytössä olleet rakennukset.
4. Näissä kahdessa vakavimmassa tapauksessa katto oli toteutettu naulalevyristikoilla. Tehdasvalmisteiset ristikot sinänsä olivat moitteettomat, mutta ristikoiden tuennassa oli merkittäviä puutteita. Vetelissä oli lisäksi puutteita rakennuksen vaakajäykistyksessä.
5. Pelastuslaitosten kannalta tehtävät eivät olleet vaativia. Haastavaa oli kuitenkin se, että esimerkiksi lisäsortumat ovat usein mahdollisia ja niihin liittyviin vaaroihin tulee pelastustoiminnassa varautua. Haapajärvellä pelastuslaitos oli paikalla jo ennen romahdusta, mutta mahdollisuuksia tapahtuman estämiseen ei ollut.
6. Vanhin rakennuksista oli rakennettu 1950-luvulla ja uusin vuonna 2001, joten kaikki oli suunniteltu ja rakennettu vanhan rakennuslain aikaisten käytäntöjen mukaisesti. Siten viime vuosien onnettomuuksien jälkeen tehostetuilla rakentamismenettelyillä ei ollut näihin rakennuksiin vaikutusta.
7. Rakennusalan toimijoiden kehotuksesta vuonna 2004 tehtiin olemassa oleville rakennuksille tarkastuksia, joissa puutteita pyrittiin tunnistamaan. Julkisuudessa olleen tiedon mukaan tarkastuksia tehtiin noin 7 000 rakennukseen, mutta yksikään tutkinnassa ollut rakennus ei ollut mukana.
8. Useissa tapauksissa rakennuksen käytön aikana oli käynyt ilmi seikkoja, joiden perusteella olisi voinut olla mahdollista ennakoida tulevia ongelmia. Vaaroja olisi voitu lisäksi tunnistaa asiantuntevalla tarkastuksella jo ennen vaurioiden syntyä.
9. Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ajankohta liittyi siihen, että erityisesti Keski-Suomeen satoi runsaasti lunta ja lunta oli sen jälkeen verrattain paljon. Lumen määrä tapahtumapaikoilla kuten myös koko Suomessa oli kuitenkin tavanomainen ja siten rakenteiden ei olisi pitänyt olla lähelläkään murtumista lumen takia.
10. Karjaan tapauksessa lumikuormalla ei ollut vaikutusta. Joensuussa puolestaan lumi oli sulanut ja jäänyt vetenä kuormittamaan kattoja.

10.2 Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden syyt

Tapausten välittömät tekniset syyt olivat hyvin erilaisia. Seuraavassa on todettu lyhyesti kunkin tapauksen välittömät syyt:

- Pihtipudas: Paikallista tuotetta olleet kattoristikot sortuivat vaneriliitosten petettyä
- Laukaa: Ruuvien varaan kuivumiskutistumisen takia jääneet liimapuupalkit putosivat takaisin tuilleen
- Karjaa: Betoniset julkisivun kerroslevyelementit ja mahdollisesti niiden kiinnitys vaurioitui todennäköisimmin kiinnitystavan puutteiden vuoksi
- Keitele: Vuodelta 1950 peräisin olevan liimapuupalkin vanha kaseiiniliimalla tehty vinoliitos petti
- Haapajärvi: 22 naulalevyristikkoa petti sen vuoksi, että niiden yläpaarteen tuenta oli julkisivun korotusosan kohdalla puutteellinen
- Jyväskylä: Katon teräksinen poimulevy painui sisään kaarikaton ja tasakaton yhtymäkohdasta, koska suunnittelussa ei ollut otettu huomioon riittävästi lumen liukumista ja kinostumista
- Veteli: Rakennuksen maneesiosa sortui kokonaan, koska naulalevyristikoiden diagonaalien nurjahdustukia puuttui, rakennuksen vaakajäykistys oli heikko ja ristikoiden yläpaarteen nurjahdustuenta oli puutteellinen
- Joensuu: Katon teräspoimulevy petti pääkannattajien välistä sen vuoksi, että katon osan ainoa kattokaivo oli tukkeutunut ja sulamisvesi kerääntyi yhteen paikkaan.

Kaikki tapaukset johtuivat siitä, että rakennusaikana oli tehty virheitä, joiden seurauksena rakenteet eivät säilyneet kunnossa riittävän pitkää aikaa. Pihtiputaan tapauksissa ongelma liittyi siihen, että ristikot toteutettiin eri tavalla kuin oli suunniteltu joskin myös suunnitelmat olivat puutteelliset. Keiteleellä puolestaan liimapuupalkki oli tehty 1950-luvun käytäntöjen mukaan, mutta liimauksen lujuus ei enää noin 50 vuoden käytön jälkeen ollut riittävä. Muissa kuudessa tapauksessa rakenteiden huonous liittyi suunnitteluun siitähän huolimatta, että hankkeissa oli ollut mukana suunnittelijoita. Suunnittelu- ja rakennusprosessi oli ollut sellainen, että puutteita ja niihin liittyviä vaaroja ei ollut tunnistettu. Vanhin rakennuksista oli rakennettu 1950-luvulla ja uusin vuonna 2001, joten yhtä lukuun ottamatta kaikki oli toteutettu vanhan rakennuslain aikaan sen ajan käytäntöjen mukaisesti.

Tämän päivän näkökulmasta tapahtumien taustatekijänä on se, että ei ole olemassa menettelyjä, joissa olemassa olevien rakennusten puutteet tunnistettaisiin ja korjattaisiin. Toisin sanoen rakennusaikana tehdyt virheet jäivät rakennuksiin ja ne tunnistetaan usein vasta sitten, kun vaurioita alkaa syntyä.

11 TOTEUTETUT TOIMENPITEET

Tutkittujen rakennusten rakentamisajankohdan jälkeen on tullut voimaan uusi maankäyttö- ja rakennuslaki, jossa on monia parempaan rakentamisen laatuun tähtääviä kohtia.

Naulakiinnitteisten sisäkattojen turvallisuuden kehittämiseksi ympäristöministeriö on teettänyt naulojen ulosvetolujuustutkimuksen, jonka tulokset on otettu huomioon uudistetussa suunnitteluohjeissa. Lisäksi ympäristöministeriö julkaisi syyskuussa 2003 tiedotteen ja lähetti rakennustarkastajille kirjeen, jossa kiinnitettiin huomiota alaslaskettujen kattojen turvallisuuteen erityisesti olosuhteiltaan erittäin vaativissa tiloissa. Kirje liittyi kylpylässä Kuopiossa vuonna 2003 sattuneeseen alaslasketun katon putoamiseen.

Marraskuussa 2003 ympäristöministeri kutsui kiinteistö- ja rakennusalan keskeisiä toimijoita tapaamiseen keskustellakseen rakenteellisen turvallisuuden takaamisesta kaikissa rakennuksissa. Taustalla olivat neljä vuonna 2003 tapahtunutta rakennusonnettomuutta. Tapaamisen ja sen yhteydessä antamiensa julkilausumien perusteella Suomen toimitilaja rakennuttajaliitto RAKLI ry, Rakennusteollisuus RT ry, Suomen Kuntaliitto, Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ja ympäristöministeriö perustivat rakenteellisen turvallisuuden johtoryhmän käsittelemään rakennusten rakenteellisen turvallisuuden kehittämistä "nollatoleranssin" pohjalta. Rakenteellisen turvallisuuden johtoryhmään on sittemmin liittynyt myös Rakennustarkastusyhdistys ry ja Kiinteistöpalvelut ry. Kyseinen johtoryhmä käynnisti keväällä 2004 olemassa olevien rakennusten tarkastuksen tapahtuneiden sortumien perusteella. Tarkastuksista ja niiden tuloksista on kerrottu tarkemmin kohdassa 9.1.5.

Rakenteellisen turvallisuuden johtoryhmän raportoitua tarkastuksista ja esitettyä toimintalinjaus rakenteellisen turvallisuuden parantamiseksi ympäristöministeriö kutsui selvityshenkilön syventämään esitettyjä linjauksia. Johtoryhmä päätti selvitystyön luovutuksen jälkeen jatkaa työskentelyään rakenteellisen turvallisuuden parantamiseksi ja on laatinut RIL:n vetämänä käytännön toimintaohjeen selvitystyön pohjalta. Toimintaohjeessa RIL 241-2007 (*Rakenteellisen turvallisuuden varmistaminen. Erityismenettelyn soveltamisohje.*) yksilöidään käytännön tasolla eri osapuolten tehtäviä vaativiin rakennushankkeisiin liittyvässä erityismenettelyssä.

Rakenteellisessa turvallisuudessa esille tulleet puutteet on otettu huomioon Suomen rakentamismääräyskokoelman osan A1 Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus, määräykset ja ohjeet, uudistamisessa. Uusi A1 tuli voimaan 1.9.2006. Turvallisuuden parantaminen on lisätty myös kansalliseen rakennuspoliittiseen ohjelmaan ja ympäristöministeriö on asettanut työryhmän seurantaa varten.

Sysmässä huhtikuussa 2005 tapahtuneen marketin sisäkaton putoamisen jälkeen ympäristöministeriö laati tiedotteen ja kiinnitti lisäksi kiinteistö- ja rakennusalan huomiota sisäkattojen rakenteelliseen turvallisuuteen kirjeellä. Kirjeessä esitettiin, että alan keskeiset toimijat ryhtyisivät tarvittaviin toimiin sisäkattojen rakenteellisen turvallisuuden varmistamiseksi suunnitteilla, rakenteilla ja käytössä olevien rakennusten kohdalla. Samoihin aikoihin VTT laati julkaisun, joka koski konenaulojen ulosvetolujuutta. Heinäkuussa 2005

ympäristöministeriö lähetti kuntien rakennustarkastajille kirjeen, jolla pyrittiin kiinnittämään huomiota sisäkattojen rakenteelliseen turvallisuuteen.

Osa edellä esitetyistä viime vuosien toimenpiteistä kohdistui uudisrakentamiseen ja merkittäviin korjaustöihin. Osalla toimenpiteistä on pyritty kiinnittämään huomiota olemassa olevien rakennusten turvallisuuteen, mutta toimenpiteet eivät ole ulottuneet tutkitavana olleisiin kohteisiin.

Kevättalven 2006 rakenneaurioiden jälkeen ympäristöministeriö lähetti kunnanhallituksille ja kuntien rakennustarkastajille kirjeen, jossa puututtiin naulalevyristikoiden, liimapuupalkkien ja betonisten HI-palkkien rakenteelliseen turvallisuuteen. Kaksi ensimmäistä rakennetta liittyi tässä tutkinnassa olleisiin tapauksiin (Laukaa, Keitele, Haapajärvi ja Veteli). Betonipalkkeihin kiinnitettiin huomiota vuonna 2005 Kuopiossa ja 2006 Savonlinnassa sattuneiden HI-palkkivaurioiden vuoksi. Näitä tapauksia tutkimaan on asetettu erilliset tutkintalautakunnat.

Kirje julkaistiin ympäristöministeriön verkkosivuilla ja toimitettiin tiedoksi kymmenille asiaan liittyville organisaatioille. Kirjeessä ympäristöministeriö kannusti rakenteellisista riskeistä tiedottamiseen ja pyysi kiinnittämään kiinteistönomistajien huomiota asiaan. Ympäristöministeriö esitti, että kuntien rakennusvalvontaviranomaiset tiedottaisivat asiassa sopivaksi katsomallaan tavalla.

Kirjeen liitteenä oli seikkaperäiset ohjeet kyseisten rakenteellisten ongelmien tunnistamiseksi ja ratkaisemiseksi. Puurakenteita koskevat ohjeet oli laadittu VTT:llä ja betonipalkkeja koskevat Rakennusteollisuus RT:ssä.

Rakenteiden jäykistyksen suunnittelun sisältöä ja eri osapuolten vastuuta ja tehtävänjakoa on pyritty selkeyttämään ohjeessa *RIL 240-2006 Puurakenteiden laadunvarmistus*, jossa on muutenkin kiinnitetty huomiota rakenteelliseen turvallisuuteen.

Valmisteilla on myös Eurocode 5:n mukainen uusi naulalevyrakenteiden suunnitteluohje, jossa otetaan huomioon myös Suomen kansalliset valinnat. Lisäksi Euroopan tasolla kehitetään naulalevyristikkoja ja liimapuuta koskevia standardeja.

12 SUOSITUKSET

12.1 Rakennusten katsastus

Tutkittavana olleet onnettomuudet ja vaaratilanteet sattuivat rakenteille, joista vanhin oli 1950-luvulta ja uusin vuodelta 2001. Uudisrakentamisen kehittämiseksi viime vuosina tehdyt toimenpiteet eivät ole vaikuttaneet näiden rakennusten turvallisuuteen. Myöskään vuonna 2004 tehdyt tarkastukset eivät ulottuneet näihin rakennuksiin. Tapahtuneet vauriot antavat viitteitä siitä, että rakennuskannassa on turvallisuuspuutteita, joita nykyisin käytössä olevilla menettelyillä ei tunnisteta.

Rakennusten omistajilla ja haltijoilla on velvollisuus pitää rakennuksensa turvallisena, mutta tästä velvollisuudesta huolehtiminen ei ole järjestelmällistä. Jotta vastaavanlaiset onnettomuudet ja vaaratilanteet voitaisiin välttää, rakennuksien turvallisuutta tulisi seurata. Useissa tutkittavana olleista tapauksista oli ollut todettavissa merkkejä mahdollisista ongelmista tai puutteet olisivat olleet havaittavissa. Tutkintalautakunta suositaa jo aikaisemminkin alalla esillä ollutta asiaa, että

Ympäristöministeriön tulisi kehittää yhdessä rakennusalan toimijoiden kanssa rakennuksille katsastusmenettely, jossa oleellisena sisältönä olisi rakenteiden turvallisuus. [S1/06Y/S1]

Katsastus tulisi toteuttaa määrävälein, jolloin rakenteiden mahdolliset muutokset joko rakennuksen käytön tai olosuhteiden seurauksena olisivat todettavissa ajoissa. Lisäksi toistuva tarkastus toisi tarkastuksiin varmuutta ja uusien tietämys olisi käytettävissä. Katsastusväli, katsastettavat kohteet, katsastuksen tekijälle asetettavat vaatimukset ja katsastusten tarkempi sisältö tulisi määrittellä erikseen. Rakennesuunnittelijan koulutus voisi olla katsastajalle sopiva, mutta katsastusta ei saisi tehdä sellainen yritys, joka on osallistunut kyseiseen rakennushankkeeseen.

Katsastuksessa tulisi perehtyä fyysisten rakenneosien tarkastuksen lisäksi suunnitelmiin, jolloin voitaisiin todeta mahdolliset erot suunnitelmien ja toteutuksen välillä. Lisäksi suunnitelmista saataisiin tietoa myös näkymättömissä olevista rakenteista. Katsastuksessa voitaisiin ottaa huomioon rakennuksen käyttäjien tekemät rakennukseen liittyvät havainnot.

Katsastusmenettely tulisi kytkeä rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen, josta tulisi laatia turvallisuuteen vaikuttava versio myös vanhoihin katsastettaviin rakennuksiin. Käyttö- ja huolto-ohjeessa tulisi lisätä rakenteiden turvallisuuteen, huoltoon ja tarkastukseen liittyviä asioita. Käyttö- ja huolto-ohjeeseen tulisi kirjata erityiset kyseisen rakennuksen katsastuksessa huomioon otettavat seikat sekä katsastukset ja niissä tehdyt havainnot. Katsastus antaisi myös mahdollisuuden tarkkailla olosuhteiden muutoksia sekä erilaisten materiaalien pitkäaikaiskestävyyttä, josta ei vielä rakennusaikana ollut mahdollisesti riittävästi tietoa. Rakenteiden kunnon seuraamisen helpottamiseksi voitaisiin myös

ottaa käyttöön teknisiä seurantajärjestelmiä esimerkiksi taipumien tai kosteuden mittaukseen.

Katsastusmenettely ohjaisi rakennusten omistajia rakennusten turvallisuuden jatkuvaan seurantaan. Katsastusten hyvään tehokkuuteen viittaa myös se, että vuonna 2004 tehdyssä kertaluonteisessa tarkastuksessa löytyi merkittäviä puutteita (kohta 9.1.5)

12.2 Rakennusvalvontojen yhdistäminen

Rakennukset ja niissä olevat rakenteet kuuluvat ensisijaisesti rakennusvalvontaviranomaisen toimialaan. Pääpaino rakennusvalvonnassa on ollut uudisrakentamisessa, mutta tutkittujen kaltaisten tapausten estäminen edellyttäisi voimavarojen kohdistamista myös jo käytössä oleviin rakennuksiin. Viranomaisvalvontaa ja neuvontaa pitäisi enemmän kohdistaa rakennuksen omistajiin ja haltijoihin, joille rakennuksen turvallisuudesta huolehtiminen kuuluu.

Kuntakohtaisesti järjestetyn rakennusvalvonnan resurssit ovat usein pienet ja erityisosaamista ei yksittäisissä kunnissa ole riittävästi. Puute koskee tutkintalautakunnan tietojen mukaan pienten kuntien lisäksi ainakin joitakin keskisuuria kaupunkeja. Tutkintalautakunta suosittaa sekä uusien että vanhojen rakennusten valvonnan tehostamiseksi, että

Ympäristöministeriön tulisi ryhtyä toimenpiteisiin kuntakohtaisten rakennusvalvontojen yhdistämiseksi suuremmiksi kokonaisuuksiksi siten, että kullakin alueellisella rakennusvalvonnalla olisi riittävä erityisosaaminen erilaisten rakennusten ja rakenteiden valvontaan ja seurantaan. [S1/06Y/S2]

Nykyistä suuremmilla rakennusvalvontaorganisaatioilla olisi paremmat mahdollisuudet tehtävien sisäiseen jakamiseen. Näin asiantuntemusta olisi myös sellaisiin rakenteisiin ja ongelmiin, jotka ovat yksittäisissä kunnissa harvinaisia. Samalla tosiasialliset mahdollisuudet vaatimusten esittämiseen rakennushankkeeseen ryhtyvälle, rakennuksen omistajalle tai rakennuksen haltijalle paranisivat.

Vastaavaan tavoitteeseen on pyritty tutkintaselostuksissa B1/2000Y Uimahallin katon liimapuupalkin rikkoutuminen lisämessä 29.3.2000 ja B2/2000Y Supermarketin sisäkaton putoaminen Pudasjärvellä 27.12.2000 annetuissa suosituksissa:

Rakennusvalvonnalla tulisi olla koko maassa sellaiset resurssit, että vähintäänkin vaatimimpien ja kansalaisten turvallisuuden kannalta oleellisten kohteiden rakenneratkaisuihin ja niiden varmuuteen voitaisiin perehtyä huolellisesti. [B1/00Y/S2]

Kuntien rakennusvalvontaviranomaisilla tulisi olla jokin helppo mahdollisuus saada tärkeiden kohteiden tarkastuksessa apua joko muista kunnista, valtakunnalliselta organisaatiolta tai yksityisiltä asiantuntijoilta. [B2/00Y/S4]

Rakennusvalvontaa tulisi kehittää niin, että eri kuntien lupakäytännöt yhdenmukaistuisivat ja erikoisosaamista olisi kaikkien kuntien käytettävissä. [B2/00Y/S5]

12.3 Viranomaisten yhteistyö rakennusten kokonaisturvallisuuden hallitsemiseksi

Välitön vastuu rakennusten turvallisuudesta on rakennuksen omistajalla tai haltijalla. Rakennuksessa työskentelevien ihmisten turvallisuus on puolestaan työnantajan vastuulla. Viranomaisten tehtävänä on valvoa, että rakennusten omistajat ja haltijat sekä työnantajat täyttävät velvollisuutensa.

Viranomaisista rakentamista valvoo kunnallinen **rakennusvalvontaviranomainen**. Lisäksi rakennusvalvontaviranomainen valvoo, että rakennusten kunnossapidosta huolehditaan turvallisuusvaatimukset täyttävällä tavalla. **Työsuojeluviranomainen** puolestaan valvoo rakennuksissa toimivia työnantajia, jotta ne huolehtisivat työntekijöiden turvallisuuteen liittyvistä velvoitteistaan. **Pelastusviranomaisten** tehtäviin kuuluu tulipalojen ehkäisyn lisäksi myös muiden onnettomuuksien ehkäisy.

Tutkinnassa olleet kohteet kuuluivat kaikkien näiden kolmen viranomaisen toimialaan ja valvontaan. Mikään viranomaisista ei kuitenkaan pitänyt näitä rakenteiden mahdollisia ongelmia valvonnan kannalta keskeisinä eikä pyrkimyksiä tutkittujen kaltaisten vaaratilanteiden estämiseen ollut. Useissa tutkittavana olleista tapauksista oli ollut todettavissa merkkejä mahdollisista ongelmista tai puutteet olisivat olleet havaittavissa.

Kaikkien näiden kolmen viranomaisen tavoitteet, tehtävät, osaaminen ja valvontatoiminnot ovat osittain päällekkäisiä, mutta toisaalta on olemassa mahdollisuus aukkojen syntymiseen. Tutkintalautakunta suosittaa rakennusten turvallisuuteen kohdistuvan viranomaistoiminnan kokonaisresurssien käytön tehostamiseksi:

Ympäristöministeriön, sosiaali- ja terveysministeriön ja sisäasiainministeriön tulisi sopia rakennusvalvonta-, työsuojelu- ja pelastusviranomaisten yhteistyöstä rakennusten kokonaisturvallisuuden varmistamisessa sekä rakentamisen että käytön aikana. [S1/06Y/S3]

Samansisältöinen suositus annettiin koskien rakennusvalvontaviranomaista ja työsuojeluviranomaista tutkintaselostuksessa B1/2003Y ja B2/2003Y, joka käsitteli Monitoimihallin katon vaurioitumista Mustasaassa 17.1.2003 ja Messuhallin katon romahtamista Jyväskylässä 1.2.2003. Nyt suositukseen lisättiin pelastusviranomainen, koska sillä on merkittäviä vaikutusmahdollisuuksia turvallisuuteen vanhojen rakennusten säännöllisten palotarkastusten yhteydessä.

Rakentamiseen osallistuvien ja muun muassa rakennuksen omistajien, haltijoiden ja käyttäjien kannalta olisi mielekästä, jos yhteistyö viranomaisiin yksinkertaistuisi. Viranomaiskontakteja voisi olla vähemmän ja ainakin pelastussuunnitelma, käyttö- ja huolto-ohje ja työympäristön vaarojen selvitys voisivat olla nykyistä yhtenäisempi ja laadukkaampi kokonaisuus. Tärkeää olisi erityisesti yhteisesti laadittu riskikartoitus, joka voisi paljastaa riskejä, jotka erillisissä suppeammassa menettelyissä voivat jäädä tunnistamatta. Tehokkuutta toimintaan tulisi myös kohdekäyntien koordinoinnin avulla ja sillä, että käynneistä saadut tiedot välitettäisiin muille viranomaisille.

12.4 Naulalevyristikoilla toteutettujen rakennusten suunnittelu

Kahdessa tutkittavana olleessa rakennuksessa oli merkittäviä puutteita naulalevyristikoiden tuennassa. Naulalevyristikot sinänsä ovat luotettavia ja edullisia kantavia rakenteita, mutta ne ovat hyvin hoikkia. Jopa yli 20 metrin pituisten ristikoiden parareveys on yleensä vain 42 mm. Hoikkuuden vuoksi ainakin ristikoiden yläpaarteiden ja puristuskuormitettujen diagonaalien sivuttaistuenta on rakennuksen turvallisuuden kannalta välttämätöntä. Rakenne on selvästi vaativampi kuin esimerkiksi massiivinen puu- tai betoni-palkki.

Pitkäjänteisten naulalevyristikoiden käyttö vaatii siten sekä suunnittelijoiden että työn toteuttajien erikoisosaamista ja myös monimutkaisen yhteistyöprosessin hallintaa. Tapahuneita onnettomuuksia ja havaittuja vaaratilanteita selvittäessä on todettu puutteita sekä yksittäisten työvaiheiden toteutuksessa että kokonaisprosessin hallinnassa. On havaittavissa, että kaikkia vaativia naulalevyristikkokattoja eivät ole olleet toteuttamassa riittävän ammattitaitoiset osapuolet. Tutkintalautakunnan tietojen mukaan virheitä tehdään edelleen myös uudisrakentamisessa. Sen vuoksi tutkintalautakunta suosittelee seuraavaa:

Rakennukset, joissa käytetään jänneväliään yli 15 m:n naulalevyristikoita, tulisi määrällä rakentamismääräyskokoelmassa luokan A sijaan luokkaan AA, jolloin suunnittelijan koulutus- ja ammattitaitovaatimukset olisivat nykyistä tiukemmat. [S1/06Y/S4]

Vanhojen rakennusten osalta tuennan riittävyys tulisi varmistaa esimerkiksi ensimmäisen suosituksen mukaisella katsastusmenettelyllä.

12.5 Muita huomioita

Käytössä olevien rakennusten turvallisuudesta huolehtiminen nykyistä paremmin saattaa edellyttää säädösmuutoksia. Nykyisin maankäyttö- ja rakennuslain 149 §:n mukaan rakennustyön viranomaisvalvonta päättyy loppukatselmukseen. Käytössä olevien rakennuksien turvallisuuden valvonnassa noudatetaan lain 166 §:ää. Sen mukaan selvitystoimenpiteisiin voidaan ryhtyä, jos rakennuksessa on tarpeen tehdä kuntotutkimus ”turvallisuuden johdosta ilmeisen välttämättömien korjaustoimenpiteiden selvittämiseksi”.

Lainsäädäntö ei erityisesti kannusta käytössä olevien rakennusten turvallisuuden hallintaan, joten rakennusvalvonnan toimenpiteet painottuvat lähes kokonaan uudisrakentamiseen. Tutkitut tapaukset kuitenkin viittaavat siihen, että turvallisuuden hallinnan tarvetta on myös käyttöön otetuissa rakennuksissa. Ilmeisesti ensimmäisessä suosituksessa esitetty rakennusten katsastusmenettelykin edellyttäisi muutoksia lainsäädäntöön, sillä rakennusvalvonta tarvitsisi työkalut katsastusmenettelyn toimivuuden varmistamiseen.

Helsingissä 8.5.2007


Kai Valonen


Pekka Aho


Jukka Koponen


Markku Korttesmaa


Seppo Suuriniemi


Esa Virtanen

Liite 1. Suomen ympäristökeskuksen lausunto kevättalven 2006 lumitilanteesta

Suomessa tehdään mittauksia noin 150 lumilinjalla, joiden pituudet vaihtelevat 2-4 km. Lumilinjalta mitataan eri maastotyypeissä lumen syvyyttä 50-80 pisteessä ja punnitaan lunta 6-8 pisteessä tiheyden määrittämistä varten. Näistä tiedoista lasketaan lumen keskimääräinen vesiarvo lumilinjalla. Lumilinjamittaukset tehdään yleensä kuukauden 16. tai viimeinen päivä.

Liitteenä olevassa taulukossa ovat pyydettyjen paikkakuntien lähimmät lumilinjat ja niiden etäisyys paikkakunnan keskuksesta sekä lumen vesiarvo pyydettyiltä päiviltä.

Pyydettyjen paikkakuntien lumilinjojen (taulukko) lumen vesiarvot eivät olleet talvella 2006 mitenkään poikkeuksellisen suuria. Vesiarvot olivat kaikilla näillä linjoilla alle 150 kg/m².

Tietenkin tulee huomioida, että katolle lunta saattaa kertyä eri tavalla kuin maastoon. Kattojen lumikuormaan, lumen kerääntymiseen/sulamiseen katolla vaikuttaa mm. katon muoto ja materiaali, katon harjan suunta ilmansuuntiin nähden sekä katon sijainti (aukea vai metsä).

Talvella 2006 lumen vesiarvot ovat Etelä- ja Keski-Suomessa olleet yleisesti alle 180 kg/m² ja monin paikoin huomattavastikin sen alle. Yli 200 kg/m² esiintyi vain Kainuussa ja Kuusamossa sekä Lapin keskiosissa.

Vuodesta 1952 lähtien lumen maksimivesiarvojen maksimit ovat olleet Etelä- ja Keski-Suomessa 180-320 kg/m². Keskimäärin kerran 20 vuodessa toistuvat vesiarvot ovat tällä jaksolla 180-260 kg/m². Vuoden 2006 lumen maksimivesiarvot olivat pääosin keskimääräisiä ja paikoin hieman sitä suurempia, mutta eivät mitenkään poikkeuksellisia.

Lumen maksimivesiarvot esiintyvät yleensä Etelä- ja Keski-Suomessa ajalla 16.3.- 11.4. niin että ne myöhentyvät siirryttäessä lännestä itään ja etelästä pohjoiseen päin.

Talven 2006 lumen maksimivesiarvot saavutettiin vasta 7.-9.4.2006, jota voidaan pitää Etelä- ja Keski-Suomessa melko myöhäisenä ajankohtana.

Osastonjohtaja Esa Nikunen

Erikoistutkija Marja Reuna

Pyydettyjen paikkakuntien lähimmät lumilinjat ja lumilinjoilta mitatut lumen vesiarvot

paikkakunta	lähimmät lumilinjat (no ja nimi)	etäisyys keskuksesta	lumen vesiarvo		lumen vesiarvo	
			pvm	kg/m ²	pvm	kg/m ²
Pihtipudas	1144701 Pihtipudas,Luomala	0 km	20.3.		90	126
Laukaa	20710 Ruunapuro,Laukaa	0 km	3.4.		131	
Karjaa	1240301 Suomussalmi,Taipale	29 km	5.4.		55	
Keitele	1147301 Pielavesi, Säviä	15 km	7.4.		144	
	1144701 Pihtipudas,Luomala	38 km	7.4.		141	
Haapajärvi	20920 Tujuoja,Haapajärvi	0 km	8.4.		101	
	20611 Korpijoki	50 km	8.4.		128	
Jyväskylä	20720 Heinäjoki, Korpilahti	21 km	8.4.		131	
Veteli	20930 Pahkaoja,Lestijärvi	29 km	9.4.		125	
	1490901 Perho, Peltokangas	29 km	9.4.		121	
	1470301 Lappajärvi,kk	31 km	9.4.		96	

LIITE 2

Ympäristöministeriö, 6.7.2006

NR-ristikoista rakennettujen kattojen, liimapuupalkkien sekä betonisten HI-palkkien rakenteellinen turvallisuus



6.7.2006

YM 11/629/2006

Jakelussa mainitut

Viite
Hänvisning

Asia
Ärende

NR-ristikoista rakennettujen kattojen, liimapuupalkkien sekä betonisten HI-palkkien rakenteellinen turvallisuus

Keväällä 2006 todettiin useita rakenteellisia vaaratilanteita ja tapahtui myös rakenteiden sortumia. Näistä yhdeksää tapausta tutkitaan suuronnettomuuden vaaratilanteena. Ympäristöministeriö on tapausten perusteella teettänyt VTT:llä liitteenä olevat selvitykset kattoristikoiden tuennasta sekä liimapuupalkkien halkeilusta. Ympäristöministeriö pitää rakenteellisista riskeistä tiedottamista tärkeänä. Kiinnittämällä kiinteistönomistajien huomiota asiaan voidaan ennalta ehkäistä onnettomuuksia. Ympäristöministeriö esittää, että kuntien rakennusvalvontaviranomaiset tiedottavat asiassa sopivaksi katsomallaan tavalla.

Sortumien ja rakenteellisten vaaratilanteiden alustavassa tutkinnassa huomio on kiinnittynyt NR-kattoristikoiden tuentaan sekä liimapuupalkkien halkeiluun ja betoniin HI-palkkeihin. Riskejä voi esiintyä myös muun tyyppisissä rakenteissa. Ympäristöministeriön teettämät selvitykset kattoristikoiden tuennasta ja liimapuupalkkien halkeilusta sekä tämä kirje ovat ladattavissa ministeriön www-sivuilla [1]. Onnettomuustutkintakeskuksen tutkintaselostuksessa "Kauppakeskuksen katon sortumisvaara Kuopiossa", B 1/2005 Y, on annettu suositukset vastaavanlaisten HI-palkkien vaurioiden välttämiseksi. Tutkintaselostus on ladattavissa Onnettomuustutkintakeskuksen www-sivuilta [2]. Onnettomuustutkinta Savonlinnan kauppakeskuksen osalta on kesken. Rakennusteollisuus rt ry ja siihen kuuluvat betonielementtien valmistajat ovat osaltaan selvittäneet ja tiedottaneet esille tulleeseen mataliin HI-palkkeihin liittyvästä rakenteellisesta riskistä.

Liitteenä olevien selvitysten tarkoituksena on palvella kiinteistönomistajaa tehtäessä arviota mahdollisen rakennusvirheen, ikääntymisen tai erityisen rasittavien olosuhteiden aiheuttamista riskeistä rakennuksen käytössä.

Vastuu rakennuksen kunnossapidosta on ensisijaisesti kiinteistön omistajalla. Rakenteiden turvallisuuteen voidaan tarvittaessa puuttua. Rakennustarkastaja voi edellyttää kiinteistön omistajaa selvittämään rakenteen kestävyyttä. Tarvittaessa on mahdollista vaatia rakennuksen omistajaa esittämään kustannuksellaan rakennusta koskeva kuntotutkimus turvallisuuden johdosta ilmeisen välttämättömien korjaustoimenpiteiden selvittämiseksi (MRL 166 §).

Tätä kirjettä koskevia lisätietoja antavat:

Rakennusneuvos Teppo Lehtinen, p. 09-1603 9670 (tavoitettavissa 6-14.7, 16.8-),

Rakennusneuvos Jaakko Huuhtanen, p. 09-1603 9654 (tavoitettavissa 17.7-)

ja rakennusvalvonnan osalta

Rakennusneuvos Heikki Aho, p. 09-1603 9653 (tavoitettavissa 7.8-)

Ylitarkastaja Pekka Lukkarinen, p. 09-1603 9657 (tavoitettavissa 17.7-)

Sähköpostit: etunimi.sukunimi@ymparisto.fi

Rakentamisen tulosalueen päällikkö,
Kehittämisojohtaja

Helena Säteri

Rakennusneuvos

Teppo Lehtinen

LIITTEET

- Liite 1: VTT-M-06549-06: Kiinteistöjen omistajien varoittaminen kattoristikoiden asennusvirheistä -riskialttiiden kohteiden spesifointi
- Liite 2: VTT 20.6.06: Liimapuun halkeilu, ohje riskien ja korjaustarpeen arviointiin
- Liite 3: Rakennusteollisuus RT ry:n tiedote 2.5.2006
- Liite 4: Rakennusteollisuus RT ry:n tiedotteen 2.5.2006 liite jännitettyjen HI-palkkien suunnittelu ja valmistus

VIITTEET

[1] www.ymparisto.fi > Maankäyttö ja rakentaminen > Hyvä ja kestävä rakennus > Kantavat rakenteet

[2] www.onnettomuustutkinta.fi>muut onnettomuudet>suuronnettomuuden vaaratilanteet

JAKELU

Kunnanhallitukset
Kuntien rakennusvalvontaviranomaiset

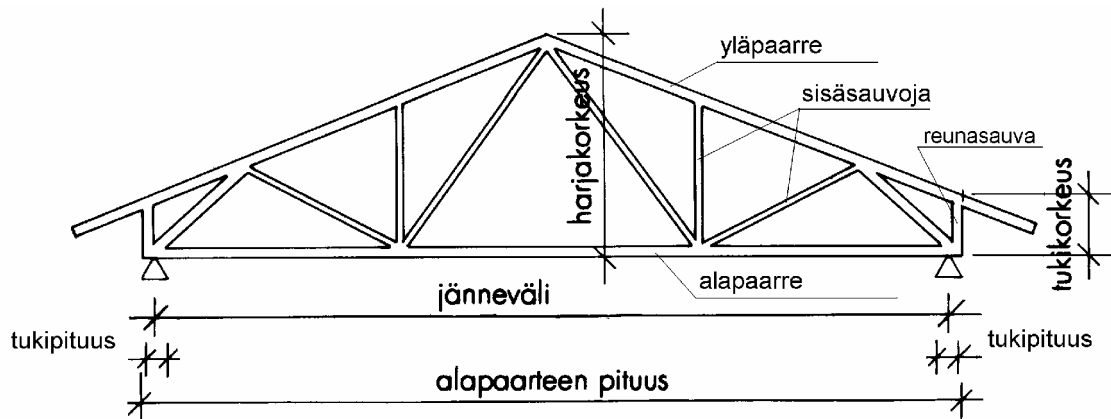
TIEDOKSI

Kuntien rakennustarkastajat
Alueelliset ympäristökeskukset
Ympäristöministeriön osastot ja yksiköt
Rakennusten rakenteellisen turvallisuuden yhteistyöryhmä:
Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry
Rakennusteollisuus RT ry
Suomen Kuntaliitto
Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry
Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
Kiinteistöpalvelut ry
Rakennustarkastusyhdistys RTY ry
Asuntokiinteistöliitto AKL ry
Asuntokiinteistö- ja rakennuttajaliitto ASRA ry
Kilpailuvirasto
Kuluttajavirasto
Maa- ja metsätalousministeriö
Maaseutukeskusten Liitto
Metsäteollisuus ry
MTK
Onnettomuustutkintakeskus
Opetusministeriö
Oulun yliopisto
Puolustusministeriö
Rakennusmestarit ja –insinöörit AMK RKL ry
Rakennusinsinöörit ja –arkkitehdit RIA ry
Rakennustietosäätiö
Senaattikiinteistöt
SFS-Sertifiointi Oy, rakennustuotteiden laadunvalvonta
Sisäasiainministeriö
Suomen Arkkitehtiliitto SAFA ry
Suomen Betoniyhdistys ry
Suomen Jääkiekkoliitto ry
Suomen Kiinteistöliitto ry
Suomen Konsulttiyhdistys SNIL ry
Suomen Palloliitto
Suomen Vakuutusyhtiöiden Keskusliitto ry
Tampereen teknillinen korkeakoulu, rakennustekniikan osasto
TE -keskukset
Teknillinen korkeakoulu, rakennus- ja yhdyskuntatekniikan osasto
Teknologiateollisuus ry
Teräsrakenneyhdistys ry
Turvatekniikan keskus TUKES
VTT
Wood Focus Oy

Kiinteistöjen omistajien varoittaminen kattoristikoiden asennusvirheistä - riskialttiiden kohteiden spesifiointi

Puuristikkorakenteisten kattojen sortumisten ja vaaratilanteiden välttämiseksi Ympäristöministeriö varoittaa kiinteistöjen omistajia puuristikkojen mahdollisista asennusvirheistä. Tämän ohjeen mukaan riskialttiiksi kohteeksi tunnistetun kattorakenteen puuristikkojen puutteellinen tai virheellinen työmaa-asennus saattaa johtaa vakaviin seurauksiin. Riskialttiin kohteen kriittisille rakenteille suositellaan välitöntä tarkastusta. Tarkastuksen suoritukseen ja epäilyttävien tarkastustulosten edellyttämiin toimenpiteisiin annetaan ohjeita liitteessä.

Näiden ohjeiden soveltaminen edellyttää rakennusalan ammatilliseen koulutukseen tai kokemukseen perustuvaa talonrakennustekniikan perusteiden ymmärtämistä. Mikäli ohjeessa esitetyt käsitteet ja termit ovat vieraita tai epäselviä, asiat kannattaa varmistaa alan ammattilaiselta.

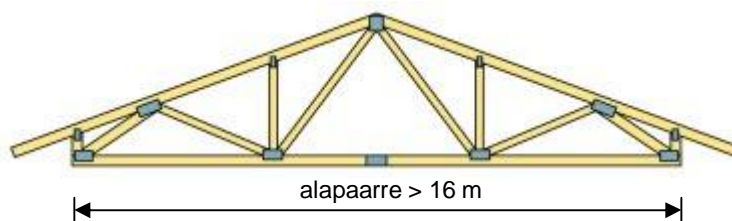


Asennusvirheiltään riskialttiin kohteen tunnistaminen

Puuristikoilla kannatettu kattorakenne luokitellaan riskialttiiksi, mikäli yksikin seuraavista ehdoista (□) toteutuu. Tarkastelu voidaan rajoittaa koskemaan vuoden 1990 jälkeen rakennettuja kohteita, joissa ristikoiden pitkät jännevälit yleistyivät.

Tehdasvalmisteiset naulalevyristikot

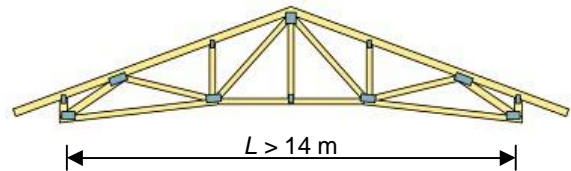
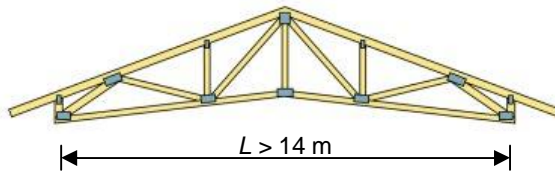
A. Harjaristikko,


RISKIALTIS

- joka on päistään tuettu (2-tukinen) ja jänneväli on yli 20 m
- joka on ulokkeellisesti tai useammasta kuin kahdesta pisteestä tuettu ja suurin jänneväli eli tukien välinen etäisyys on yli 16 m

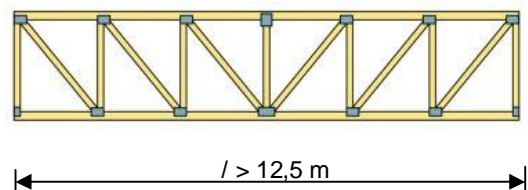
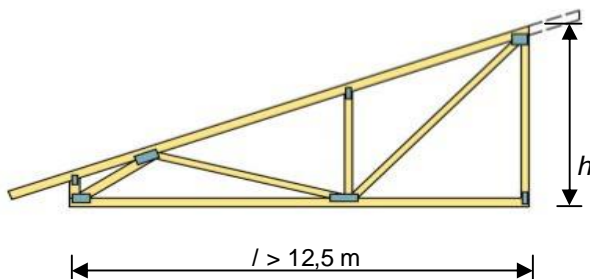
- jonka alapaarteen pituus on vähintään 16 m **ja** (suurin) jänneväli on yli 12 m **ja**
 - joka on kaksiosainen eli harjaosa on liitetty työmaalla
 - jonka yläpaarteen päälle on tehty korotusrakenteita esim. sisäjiirin, ikkunalipan tai kattolyhdyn vuoksi
 - kun vesikatteena on muu kuin profiloitu pelti eikä tällöin ristikon yläpaarteiden päällä, välissä tai alapinnassa ole vaakaristikoita, levytystä (esim. vaneri) tai vinottain asennettuja lautoja tai teräksiä (pyörötanko-, latta- tai vanneteräs)
 - kun ristikon korkeus tuen kohdalla $\geq 1,0$ m (suurin tukikorkeus)
 - kun rakennuksen käyttötarkoitus on kokoontumis- tai myymälätila (vakavat seuraamukset) tai maatalouden eläinsuojarakennus (vaativat olosuhteet)

B. Saksiristikko,


RISKIALTIS

- jonka jänneväli $L \geq 18$ m
- jonka jänneväli $L = 14 \dots 18$ m **ja**
 - joka on kaksiosainen eli harjaosa on liitetty työmaalla
 - jonka päälle on tehty korotusrakenteita esim. sisäjiirin, ikkuna-lipan tai kattolyhdyn vuoksi
 - kun vesikatteena on muu kuin profiloitu pelti eikä tällöin ristikon yläpaarteiden päällä, välissä tai alapinnassa ole vaakaristikoita, levytystä (esim. vaneri) tai vinottain asennettuja lautoja tai teräksiä (pyörötanko-, latta- tai vanneteräs)
 - kun ristikon korkeus tuen kohdalla $\geq 1,0$ m (suurin tukikorkeus)
 - kun rakennuksen käyttötarkoitus on kokoontumis- tai myymälätila (vakavat seuraamukset) tai maatalouden eläinsuojarakennus (vaativat olosuhteet)

C. Pulpetti- tai palkkiristikko,


RISKIALTIS

- joka on päistään tuettu (2-tukinen) ja jänneväli on yli 16 m
- joka on ulokkeellisesti tai useammasta kuin kahdesta pisteestä tuettu **ja** suurin jänneväli on yli 12 m

- jonka alapaarteen pituus $l > 12,5$ m **ja** (suurin) jänneväli on yli 10 m **ja**
 - jonka korkeus $h \geq 2,0$ m
 - jonka päälle on tehty korotusrakenteita esim. katon kallistusten, sisäjiirin, ikkunalipan tai kattolyhdyn vuoksi
 - kun vesikatteena on muu kuin profiloitu pelti eikä tällöin ristikon yläpaarteiden päällä, välissä tai alapinnassa ole vaakaristikoita, levytystä (esim. vaneri) tai vinottain asennettuja lautoja tai teräksiä (pyörötanko-, latta- tai vanneteräs)
 - kun rakennuksen käyttötarkoitus on kokoontumis- tai myymälätila (vakavat seuraamukset) tai maatalouden eläinsuojarakennus (vaativat olosuhteet)

Paikalla rakennetut ristikot

- Työmaalla sahatavarasta valmistetut ristikot, joissa sisäsauvat on naulattu suoraan tai vanerilappujen välityksellä paarteisiin **ja** **RISKIALTIS**
 - jänneväli on yli 12 m tai
 - jänneväli on yli 10 m ja rakennuksen käyttötarkoitus on kokoontumis- tai myymälätila
- Työmaalla kokonaan kootut puuristikot, joissa liitoksissa on käytetty teräksisiä liitoslevyjä (esim. naulauslevyt eli reikälevyt) **ja** kun rakennetyyppinä on
 - harja- tai saksiristikko, jonka jänneväli on yli 14 m
 - pulpetti- tai palkkiristikko, jonka jänneväli on yli 12 m

Teolliset tappivaarnaristikot

- Liimapuusta valmistetut tappivaarnaristikot, joiden jänneväli ≥ 20 m

Tappivaarnaristikoita on käytetty pääsääntöisesti yksilöllisesti poikkeavissa ja vaativissa kohteissa, joiden suunnittelusta ja asennuksesta ovat vastanneet pätevät ammattilaiset. Riskialttiiden tappivaarnaristikoiden asennuksen osalta tarkistetaan, että ristikot on asennettu suoraan. Lisäksi tarkistetaan millaisia halkeamia liimapuusuauvoihin on muodostunut. Mikäli ristikoissa ilmenee merkittäviä yli 40 mm syviä tai 5 mm leveitä puun halkeamia erityisesti liitosalueilla tai ristikot on asennettu silminnähtävästi vinoon, ristikoiden kuntoarvio ja tarvittaessa korjaussuunnitelma kannattaa tilata tappivaarnaristikoiden valmistajalta tai AA-luokan puurakennesuunnittelijalta (ks. suunnittelijoiden luettelo: www.fise.fi).

Tappivaarnaristikoiden suurimmat riskit liittyvät aikaisemmin käytettyihin puutteellisiin suunnitteluohjeisiin. Jos liimapuusen tappivaarnaristikon jänneväli on ≥ 20 m, ristikon valmistajalta kannattaa pyytää kirjallinen vakuutus siitä, että ristikon vetosauvojen liitosten lujudet täyttävät liitosalueen lohkeamisen ja puun halkeamisen osalta puurakenteiden suunnitteluohjeiden RIL 205-2003 tai RIL 120-2004 mukaan lasketut liitoskestävyydet. Jos liitokset eivät täytä kyseisiä vaatimuksia, valmistajaa pyydetään laatimaan kohteeseen vahvistussuunnitelma. Mikäli ristikoiden valmistajalta ei saada vakuutusta tai vahvistussuunnitelmaa kohtuullisessa ajassa esim. 2 kk:n kuluessa, rakennuksesta vastaavan kannattaa ottaa yhteyttä kunnan rakennusvalvontaviranomaiseen.

Liite: *Riskialttiin kattorakenteen tarkastusohje* (6 s.). Koskee naulalevyristikoilla tai paikalla rakennetuilla puuristikoilla kannatettuja kattoja.

Riskialttiin kattorakenteen tarkastusohje

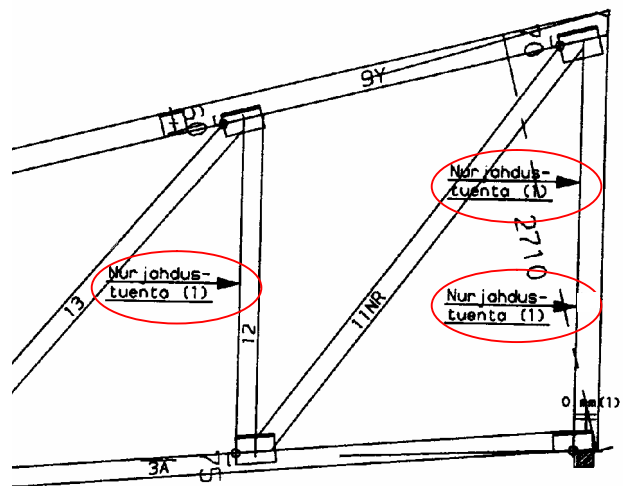
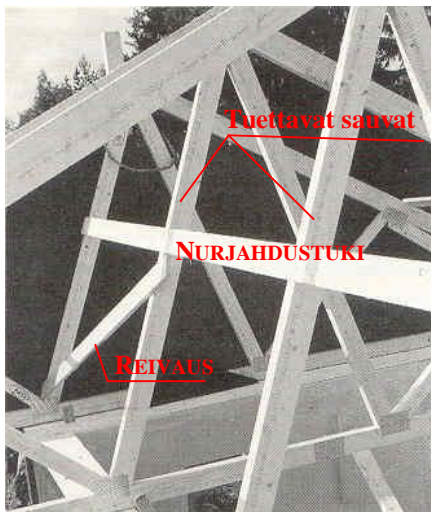
Riskialttiiksi tunnistetun kattorakenteen kriittiset kohdat tulee tarkastaa. Seuraavassa esitetään ohjeita puuristikkorakenteiden asennusvirheiden tarkastamiseen ja epäilyttävien tarkastustulosten edellyttämiin toimenpiteisiin.

Nämä tarkastusohjeet on tarkoitettu henkilöille, jotka hallitsevat talonrakennustekniikan perusteet. Mikäli ohjeen käsitteet ja termit ovat vieraita tai epäselviä, tarkastukseen kannattaa pyytää apua alan ammattilaiselta.

1. Tehdasvalmisteisten naulalevyristikoiden työmaa-asennuksen tarkastus

1.1 Etsitään naulalevyristikoiden rakenneosapiirustukset (= ristikon valmistuspiirustus) ja mahdolliset muut kattorakenteiden rakennepiirustukset (taso- ja leikkauspiirustukset, jäykistysuunnitelmat). Alle 5 vuotta vanhoissa kohteissa ristikkopiirustuksen lisäkopian saa ristikoiden valmistajalta. Vanhojen kohteiden ristikkosuunnitelmat ja muut rakennepiirustukset on arkistoitu kunnan rakennusvalvontavirastossa, mikäli rakennusluvassa on edellytetty rakennesuunnitelmien toimittamista rakennusvalvonnalle. Jos ristikkosuunnitelmaa ei löydy, naulalevyristikoiden työmaa-asennuksen tarkastaminen edellyttää tarkastajalta vastaavan NR-suunnittelijan pätevyyttä (www.inspecta.fi/sfs/sertifikaattihaku/luettelot/rtraport/nr-suunn.html). Kohtien 1.2 - 1.8 mukaisia tarkastuksia ei mahdollista tehdä omatoimisesti ilman rakennesuunnitelmia.

1.2 Nurjahdustukien tarkastus. Tarkastetaan, että kaikki vaadittavat nurjahdustuet ja niiden reivaukset on asennettu. Nurjahdustuentojen naulaus tarkistetaan pistokokeina eri tukilinjoista ja reivauksista.

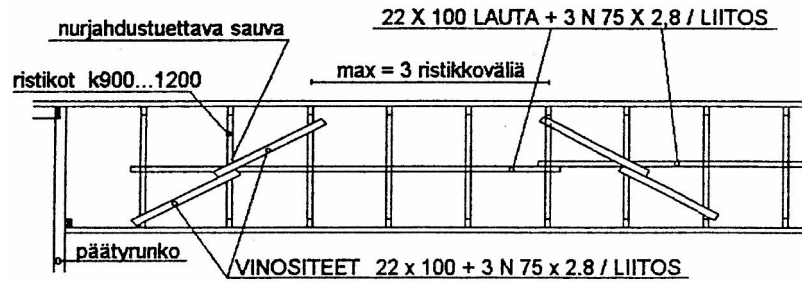


KYLLÄ EI*)

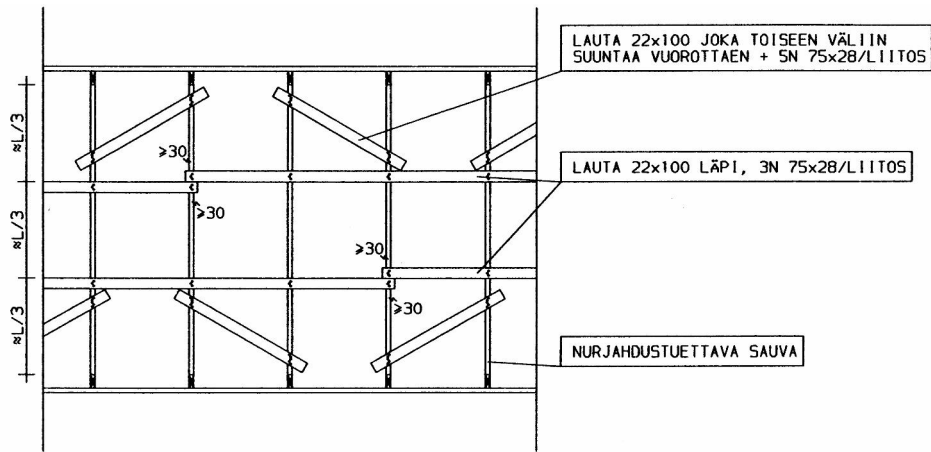
- Kaikki ristikkosuunnitelmassa nurjahdustuettaviksi merkityt sisä- ja reunasauvat on tuettu poikittaissuunnassa keskeltä tai usean tukilinjan tapauksessa tasavälein
(ks. esimerkkikuva yllä oikealla)
- Nurjahdustuen vinoreivauksia (ks. kuvat) on vähintään joka kolmannessa ristikossa tai vinosidonta on toteutettu rakennepiirustuksen mukaan (ei riitä, että vierekkäisten ristikkoiden sauvat yhdistetään toisiinsa tukilinjalla, joka on kiinnitetty ainoastaan rakennuksen pätyyn)
- Nurjahdustukilaudat ja sen vinoreivaukset on kiinnitetty rakennepiirustusten mukaan kuitenkin vähintään 2 naulaa/liitos ellei kiinnitystä ole esitetty piirustuksissa

*) Puuttuvat nurjahdustuennat, reivaukset ja niiden naukaukset on asennettava ennen talvea!

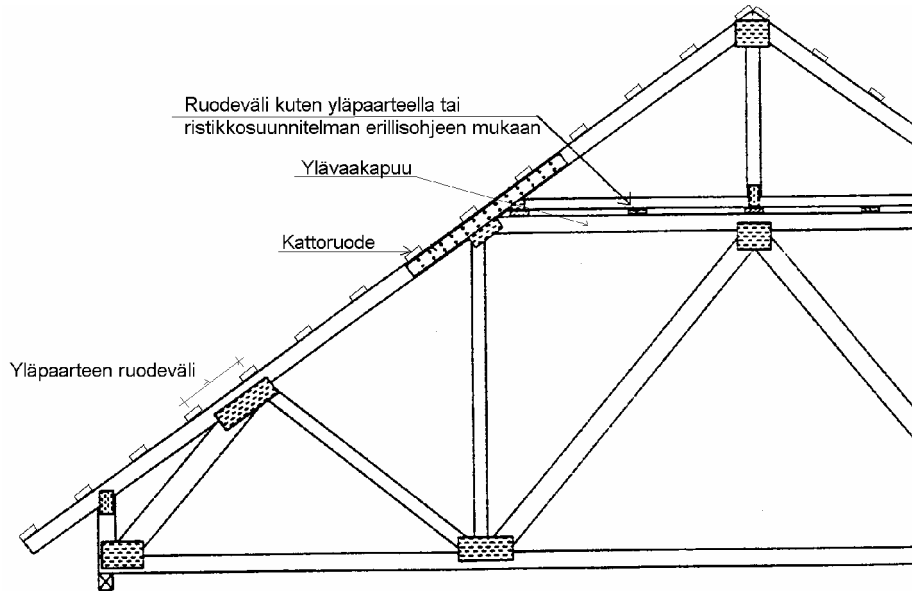
Esimerkki nurjhdustuennan vinoreivauksista



Esimerkki nurjhdustuennasta, kun sauva on tuettava kahdesta pisteestä:



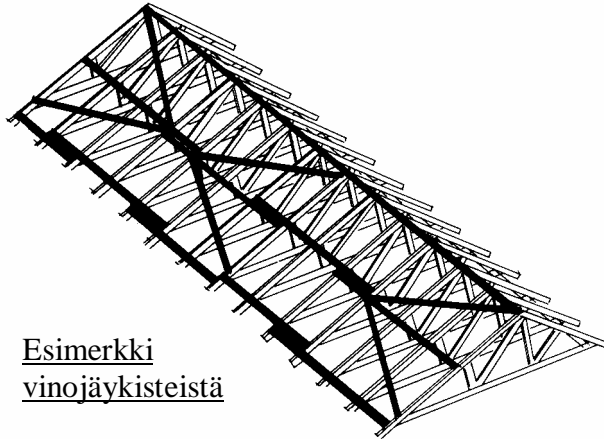
- 1.3 Yläpaarten ruodeväli. Yläpaarten sivuttaistuenta tarkastetaan pistokokeena yhdestä ristikosta. Ruodeväli voidaan mitata alapuolelta aluskatteen läpi tunnustelemalla. Katon korotusten kohdalla yläpaarteiden/ylävaakapuiden sivuttaistuenta tarkastetaan kattavasti.



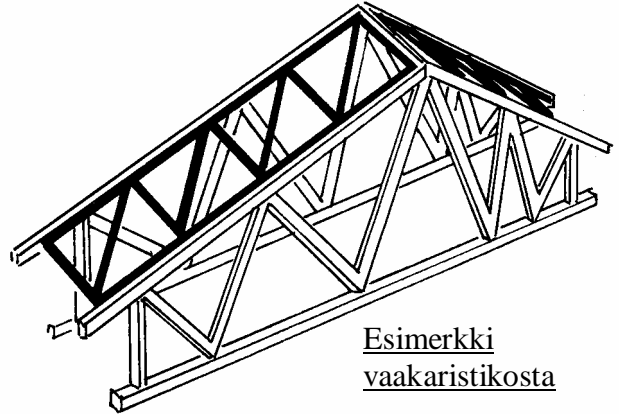
- KYLLÄ EI*)
- Yläpaarten ruodeväli \leq piirustuksessa esitetty yläpaarten maksimiruodeväli (yläpaarten sivuttaistuentana toimii myös umpeen laudoitus tai ristikkoiden päälle asennettu levytys)
 - Yläpaarten ruodevälivaatimus toteutuu myös katon korotusten (jiiriosat, ikkunaliipat) ja työmaalla kahdesta osasta koottujen ristikkoiden ylävaakapuuun kohdalla (ks. kuva)

*) Puuttuvat ruoteet (esim. 22x100 lauta) on asennettava ennen talvea!
Lisäruoteet voidaan naulata yläpaarten alapintaan.

- 1.4 Katon jäykistys. Ristikoiden yläpaarretason tulee aina olla jäykistetty. Vesikatteista ainoastaan profiilipelti toimii jäykistävänä rakenteena. Jäykistys on voitu toteuttaa myös huopakatteen alustana käytetyllä vanerilevytyksellä. **Mikäli katon jäykistävästä rakenteesta ei löydy rakennesuunnitelmaa, jäykistykseen tarkastus edellyttää A- tai AA-luokan puurakennesuunnittelijan pätevyyttä (ks. luettelo suunnittelijoista: www.fise.fi).**



Esimerkki
vinojäykisteistä



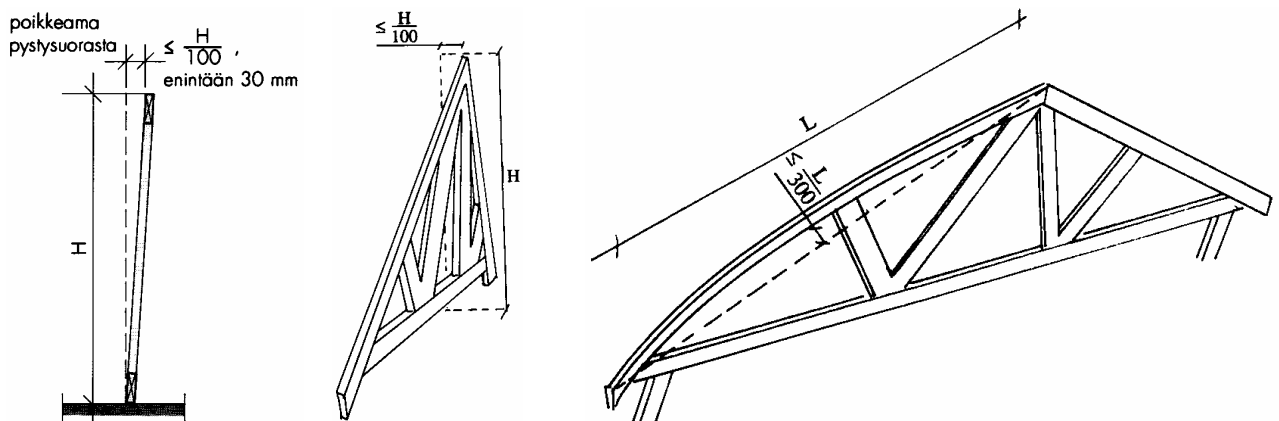
Esimerkki
vaakaristikosta

KYLLÄ EI*)

- Vesikatto on jäykistetty rakennesuunnitelman mukaan profiilipellillä, levytyksellä, vinojäykisteillä (puu- tai terässauvat) tai vaakaristikoidella
- Yläpaarretaso on jäykistetty vinoreivauksilla myös katon korotusten (jiiriosat, ikkunalipat) ja työmaalla kahdesta osasta koottujen ristikoiden ylävaakapuun osalta (vrt. kohta 1.2)

*) Suunnitelman mukaiset jäykistävät rakenteet on asennettava ennen talvea! Vinojäykisteet ja vaakaristikot voidaan naulata myös yläpaarreen alapintaan. **Mikäli jäykistäviä rakenteita ei ole esitetty rakennesuunnitelmassa tai alkuperäisen suunnitelman mukaisten puuttuvien rakenteiden lisääminen ei ole enää mahdollista, katon jäykistykseen korjaussuunnitelma tulee teettää pätevällä rakennesuunnittelijalla.**

- 1.5 Ristikoiden asennustoleranssit. Ristikoiden keskinäinen etäisyys mitataan pistokokeena yhdestä ristikkovälisestä (valitaan silmämääräisesti suurimmalta vaikuttava väli). Pystysuoruus- ja sivukäyrysmittauksia tehdään vain, jos rakenteet ovat silminnähtävästi vinossa tai käyräytyneitä (mitataan pahimmalta näyttävä tapaus). Pystysuoruus tarkistetaan vatupassilla ja käyryksiä voidaan mitata ristikon viereen vedettävän langan avulla.



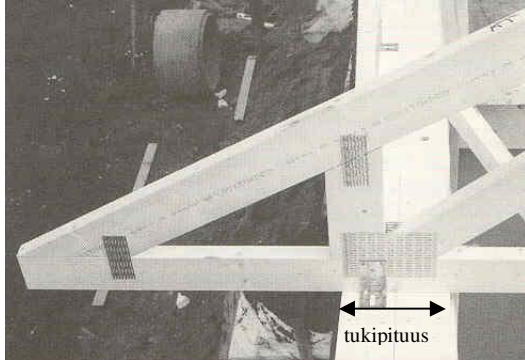
KYLLÄ EI*)

- Ristikoiden välinen keskeltä keskelle etäisyys \leq piirustuksessa ristikoiden k-jako
(Sallittu k-jako saadaan ylittään paikallisesti, jos ristikoiden toisella puolella etäisyydet ovat vastaavasti sallittua k-jakoa pienempiä.)
- Ristikoiden pystysuoruus $\leq H/100$ kuinkin enintään 30 mm (ks. kuva)

- Yläpaarteen käyryys eli lenkous $\leq L/300$ kuitenkin enintään 50 mm (ks. kuva) (jos yläpaarre on S-mutkalla, $L/300$ ehto tarkistetaan myös mutkan käänneasteiden välisellä mittavälillä L)
- Sisäsauvojen käyryys ≤ 15 mm (mutkan syvyys päiden välisestä suorasta linjasta)

***) Korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija!**

- 1.6 Ristikoiden tukipisteiden tarkastus. Tarkastellaan pistokokeena yhtä ristikkoa kustakin erilaisesta tuentatapauksesta. Tukipituus voidaan päätellä myös alapuolisten runkorakenteiden leveyden perusteella (ei tarvitse kaivaa eristeitä).



- | | |
|---|---|
| | KYLÄ EI ^{*)} |
| - Ristikot on tuettu piirustukseen merkityistä pisteistä | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - Tukipituudet \geq piirustuksessa | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - Epäsymmetrisesti tuetut ristikot on asennettu on oikein päin (tukipisteet sijaitsee ristikon sisäsauvoihin nähden oikein) | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

***) Korjaussuunnitelma on teetettävä pätevällä rakennesuunnittelijalla!**

- 1.7 Reiät, lovet, sauvojen katkaisut. Silmämääräinen tarkastus. Eristeitä ei tarvitse kaivaa ellei ole syytä epäillä, että alapaarteeseen on tehty työstöjä.

- | | |
|---|---|
| | KYLÄ EI ^{*)} |
| - Ristikoiden sauvat ovat ehjät eli sauoja ei ole katkaistu, lovettu eikä rei'itetty työmaalla ellei sitä ole erikseen sallittu ristikkopiirustuksessa (sauvan keskelle tehdyt reiät voidaan hyväksyä, jos reiän halkaisija on enintään 15 % sauvan leveydestä) | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

***) Korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija!**

- 1.8 Ripustuskuormat. Välikattoon ripustettujen esineiden, laitteiden yms. varusteiden painot arvioidaan ja yli 30 kg painavien ripustuksien kiinnitys tarkistetaan pistokokeilla (kaivetaan lämmöneristettä)

- | | |
|--|---|
| | KYLÄ EI ^{*)} |
| - Yksittäiset ripustuskuormat ovat enintään 30 kg/kpl tai ristikkosuunnitelmassa esitetyn pistekuorman suuruisia (Huom. 1 kN = 100 kg). | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| - Yli 30 kg:n ripustukset on tehty ristikkosuunnitelmassa esitetystä pisteistä (esim. ristikon liittosolmujen kohdalta) ja kiinnitys on tehty alapaarteen ylitse tai alapaarteen kyljestä yläreunan läheltä (alareunasta tehty ripustus voi halkaista parteen) | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

***) Ylikuorma on poistettava välittömästi! Suunnitelman mukaisen pistekuorman ripustus on korjattava suunniteltuun paikkaan ja kiinnitettävä alapaarteen ylitse. Mikäli pistekuormia ei ole esitetty ristikkosuunnitelmassa eikä niitä voida poistaa, on otettava yhteyttä NR-suunnittelijaan, joka tekee tarkistuslaskelman ja tarvittaessa vahvistussuunnitelman.**

- 1.9 Sisäkaton kiinnitys. Silmämääräisesti tarkistetaan ettei sisäkatto roiku. Ullakolla kaivetaan lämmöneristettä muutamasta pisteestä niin, että sisäkattoruoteiden mahdollisesta kiinnityksen löytymisestä johtuva liitosrako voidaan havaita.

- | | |
|---|---|
| | KYLÄ EI ^{*)} |
| - Sisäkattoruoteet ovat tiiviisti kiinni ristikossa | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

***) Korjaustarpeen toteamiseen on kutsuttava välittömästi rakennesuunnittelija!**

1.10 Kosteusvauriot. Yläpohjan liiallinen kosteus havaitaan ullakolla homeen aiheuttamasta puun tummumisesta (sinistyminen) sekä naulalevyjen pinnalla olevasta valkoruosteesta. Mikäli näitä merkkejä esiintyy, tulee tutkia tarkemmin näkykö naulalevyissä myös vakavampaa teräksen korroosioon johtanutta ruskeaa ruostetta tai onko ristikkosauvoissa lahovaurioita, jotka voidaan tunnistaa piikillä pehmeinä kohtina. Akuutti kosteusvaurio voidaan havaita myös kosteuden tiivistymisenä, joka aiheuttaa veden tippumista rakenteisiin, tai ilmanvaihtokanavan huonosti eristettyyn osaan kertyneenä vetenä, joka tulvii rakenteisiin. Rakennusaikainen kastuminen on saattanut aiheuttaa ristikkoihin jonkin verran valkoruostetta ja homejälkiä, mutta niistä ei ole haittaa, jos yläpohjassa ei ole muita kosteusongelmia.

- Naulalevyissä on yleisesti valkoruostetta, joissakin naulalevyissä on ruskeaa ruostetta tai ristikoissa on lahovaurioita

EI ON*)

*) **Pätevä rakennesuunnittelija on kutsuttava toteamaan korjaustarve.** Kosteusvaurion syy on aina selvitettävä ja poistettava, esim. vuotava höyrynsulku, vuotava katto, puutteellinen yläpohjan tuuletus tai huonosti eristetty ilmanvaihtoputki.

2. Paikalla rakennettujen ristikoiden työ- ja asennusvirheiden kartoitus:

2.1 Etsitään katon ja ristikoiden rakennepiirustukset. Ellei piirustuksia löydy rakennuksen omistajalta, haltijalta, rakennuttajalta tai suunnittelijoilta, rakennepiirustuksia kannattaa tiedustella kunnan rakennusvalvontaviraston arkistosta, mikäli kohteen rakennusluvassa on edellytetty rakennepiirustusten toimittamista rakennusvalvontaan. Jos piirustuksia ei löydy tai ne ovat puutteelliset seuraavassa esitettyjen tarkastuskohteiden osalta, kattorakenteiden tarkastaminen edellyttää tarkastajalta vahvaa puurakenteiden suunnittelukokemusta. Tarkastusta kannattaa tällöin ensisijaisesti pyytää kohteen vastaavalta rakennesuunnittelijalta, mikäli henkilö tai toimisto on tiedossa.

2.2 Ristikoiden tarkastus. Mittaukset ja materiaalitarkastukset tehdään pistokokeena yhdelle ristikolle. Muiden ristikoiden vastaavuus tarkistetaan silmämääräisesti.

- Ristikon ja sauvojen mitat ovat rakennesuunnitelman mukaisia

KYLLÄ EI*)

- Rakennesuunnitelmassa esitetty sahatavarasauvojen lujuusluokka on enintään T24 (C24) tai ristikoissa on käytetty rakennesuunnitelman mukaista lujuusleimattua puutavaraa

- Liitosten sijainnit, muotoilut ja mitat vastaavat rakennesuunnitelmaa

- Liitoslevyjen ja liittimien tyypit, materiaalit ja mitat ovat rakennesuunnitelmien mukaisia (Huom. vaneriliitoslevyissä pintaviilun suunta ja vanerin laatu, esim. koivuvaneri, sekavaneri tai ohutviiluihin havuvaneri, joissa viilupaksuus on 1,4 mm)

- Naulojen dimensiot, lukumäärät ja sijainnit vastaavat rakennepiirustusta (10 - 20 % tarkkuudella)

- Liitosalueet ovat ehjiä (ei läpihalkeamia naularivien kohdalla)

*) **Korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija!** Jos ristikoissa on käytetty leimaamatonta sahatavaraa ja vaadittu puutavaran lujuusluokka on suurempi kuin T24, ristikkosauvojen kelvollisuus on arvioitava pätevätoiminteen sahatavaran lujuuslajittelijan toimesta (ks. www.slly.fi).

2.3 Nurjahdustukien tarkastus. Tehdään kohdan 1.2 mukainen tarkastus. Puuttuvat nurjahdustuennat, reivaukset ja niiden naulaukset on asennettava ennen talvea!

- 2.4 Yläpaarteen ruodeväli. Tehdään kohdan 1.3 mukainen tarkastus. Puuttuvat ruoteet (esim. 22x100 lauta) on asennettava ennen talvea! Lisäruoteet voidaan naulata yläpaarteen alapintaan.
- 2.5 Katon jäykistys. Tehdään kohdan 1.4 mukainen tarkastus. Puuttuvat suunnitelman mukaiset jäykistävät rakenteet on asennettava ennen talvea! Vinojäykisteet ja vaakaristikot voidaan naulata myös yläpaarteen alapintaan. Mikäli jäykistäviä rakenteita ei ole esitetty rakennesuunnitelmassa tai alkuperäisen suunnitelman mukaisten puuttuvien rakenteiden lisääminen ei ole enää mahdollista, katon jäykistykseen korjaussuunnitelma teetetään A- tai AA-luokan puurakennesuunnittelijalla (ks. www.fise.fi).
- 2.6 Ristikoiden asennustoleranssit. Tehdään kohdan 1.5 mukainen tarkastus. Mikäli ristikkoja ei ole asennettu sallittujen toleranssien puitteissa, korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija.
- 2.7 Ristikoiden tukipisteiden tarkastus. Tehdään kohdan 1.6 mukainen tarkastus. Mikäli vaatimukset eivät täyty, korjaussuunnitelma teetetään pätevällä rakennesuunnittelijalla.
- 2.8 Reiät, lovet, sauvojen katkaisut. Tehdään kohdan 1.7 mukainen tarkastus. Mikäli suunnitelmista poikkeavia työstöjä on tehty, korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija.
- 2.9 Ripustuskuormat. Tehdään kohdan 1.8 mukainen tarkastus. Liian suuret ripustuskuormat on poistettava välittömästi! Suunnitelman mukaisien yli 30 kg piste kuormien ripustus on siirrettävä suunniteltuun paikkaan, jos on poikkeamia, ja kiinnitys on siirrettävä alapaarteen ylitse, jos liitos on tehty alapaarteen alareunaan. Mikäli piste kuormia ei ole esitetty rakennesuunnitelmassa eikä niitä voida poistaa, on otettava yhteyttä rakennesuunnittelijaan, joka tekee tarkistuslaskelman ja tarvittaessa vahvistussuunnitelman.
- 2.10 Sisäkaton kiinnitys. Tehdään kohdan 1.9 mukainen tarkastus. Jos sisäkaton kiinnitys on löystynyt, on korjaustarpeen toteamiseen kutsuttava välittömästi rakennesuunnittelija!
- 2.11 Kosteusvauriot. Yläpohjan liiallinen kosteus havaitaan ullakolla homeen aiheuttamasta puun tummumisesta (sinistyminen). Akuutti kosteusvaurio voidaan havaita myös kosteuden tiivistymisenä, joka aiheuttaa veden tippumista rakenteisiin, tai ilmanvaihtokanavan huonosti eristettyyn osaan kertyneenä vetenä, joka tulvii rakenteisiin. Mikäli kyseessä on naulauslevyristikko (sinkityt reikälevyt + naulat), yläpohjan liiallinen kosteus näkyy naulauslevyn pinnalla esiintyvänä valkoruosteena tai pidemmälle edenneestä teräksen korroosiosta kertovana ruskeana ruosteena. Mikäli em. kostumismerkkejä esiintyy, on tutkittava tarkemmin ovatko ristikon teräслиittimet ruostuneet tai onko ristikkosauvoissa lahovaurioita, jotka voidaan tunnistaa piikillä pehmeinä kohtina. Rakennusaikainen kastuminen on saattanut aiheuttaa ristikkoihin jonkin verran homejalkia, suojaamattomiin teräsosiin pintaruostetta tai sinkittyihin osiin valkoruostetta, mutta niistä ei ole haittaa, jos yläpohjassa ei ole muita kosteusongelmia.

- Ristikoista löytyy lahovaurioita tai sinkityissä liitososissa on ruskeaa ruostetta EI KYLLÄ*

*) Pätevä rakennesuunnittelija on kutsuttava toteamaan korjaustarve. Kosteusvaurion syy on aina selvitettävä ja poistettava, esim. vuotava höyrynsulku, vuotava katto, puutteellinen yläpohjan tuuletus tai huonosti eristetty ilmanvaihtoputki.

Liimapuun halkeilu

Ohje riskien ja korjaustarpeen arviointiin



20.6.2006

Laatinut
Markku Korttesmaa

Tilaaaja: Ympäristöministeriö

SISÄLLYSLUETTELO

Liimapuun halkeilu - ohje riskien ja korjaustarpeen arviointiin.....	3
1 Soveltamisalue.....	3
2 Onko syytä olla huolissaan?	3
3 Tarkastus	3
4 Vaaralliset vauriokohdat kannatintyypeittäin	4
4.1 Palkit	4
4.2 Kehät	5
4.3 Pilarit	5
4.4 Halkeamat liitinrivien kohdalla	5
5 Ripustukset	6
6 Tuet	6
7 Sekundaaripalkkien kiinnitys primaaripalkin kylkiin.....	7
8 Epätasainen kuivuminen	8
9 Vauriot rakennetyypeittäin.....	9
9.1 Suorat palkit	9
9.2 Pulpettipalkit ja harjapalkit	9
9.3 Kaarevat palkit ja kaarevat harjapalkit	10
10 Halkeamien korjaukset.....	11
10.1 Omatoimisesti tehtävä tukipinnan täyttö	12
10.2 Virheelliset korjaustavat	12

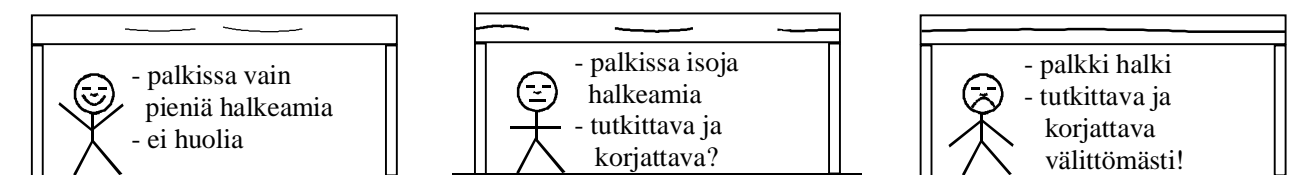
Liimapuun halkeilu - ohje riskien ja korjaustarpeen arviointiin

1 Soveltamisalue

Tämä ohje on laadittu kiinteistönomistajille liimapuurakenteissa mahdollisesti olevien halkeamien vaarallisuuden arvioimiseksi.

2 Onko syytä olla huolissaan?

Liimapuussa on melkein aina noin 10-15 mm syviä pintahalkeamia, jotka ovat vaarattomia. Toinen ääripää on se, että palkki on haljennut koko matkaltaan. Tällöin kantavuuden kannalta on päällekkäin kaksi erillistä palkkia ja palkin kuormien kantokyky on alentunut ratkaisevasti ja rakenne pitää korjata. Tavallisesti tilanne on näiden kahden ääripään välillä. Nämä kolme vaihtoehtoa on havainnollistettu alla olevassa kuvassa 1. Vasemmalla olevassa kuvassa on kaikki kunnossa eikä mitään tarvitse tehdä. Keskimmaisessä kuvassa on halkeamia, joille pitää mahdollisesti tehdä jotain. Ratkaisevaa on se, missä kohtaa palkkia halkeama on ja kuinka syvä se on. Oikealla olevassa tapauksessa palkki täytyy korjata tai vaihtaa uuteen. Esimerkiksi, jos palkki on kokonaan halki korkeuden puolivälistä päästä päähän, palkin kantavuus on puolet ehyen palkin kantavuudesta ja taipumat ovat nelinkertaiset.



Kuva 1. Kolmessa eri kunnossa olevaa liimapuupalkkia.

Liimapuupalkin ala- ja yläpinnassa olevat halkeamat ovat vaarattomia. Palkin kyljessä olevat halkeamat ovat vaarattomia, jos niiden syvyys on korkeintaan 15 % palkin leveydestä eivätkä ne sijaitse liimasaumoissa tai luvussa 4 esitetyillä vaarallisilla alueilla. Liimasaumojen kohdalla olevat suorat ja muutaman metrin pituiset halkeamat voivat olla liimausvirheitä ja rakenne pitää tällöin korjata.

Kantavuuden kannalta on oleellista

- kuinka syviä halkeamat ovat ja
- missä kohtaa halkeamat sijaitsevat.

Suuret vaarallisissa paikassa sijaitsevat halkeamat voivat johtaa palkin sortumiseen. Jos yksittäinen palkki murtuu, voi sortuma pahassa tapauksessa edetä viereisiin palkkeihin, jolloin koko katto romahtaa. Pahimmassa tapauksessa sortuma tapahtuu äkillisesti varoittamatta. Usein kuitenkin ennen murtumista palkeista kuuluu natinää, paukahtelua tai vastaavaa. Halkeilleen palkin taipuma saattaa olla myös selvästi muita palkkeja suurempi.

3 Tarkastus

Tarkastuksessa mitataan

- halkeaman pituus,
- halkeaman syvyys ja
- halkeaman paikka.

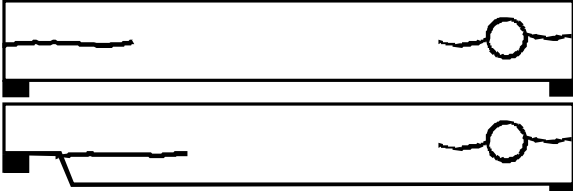

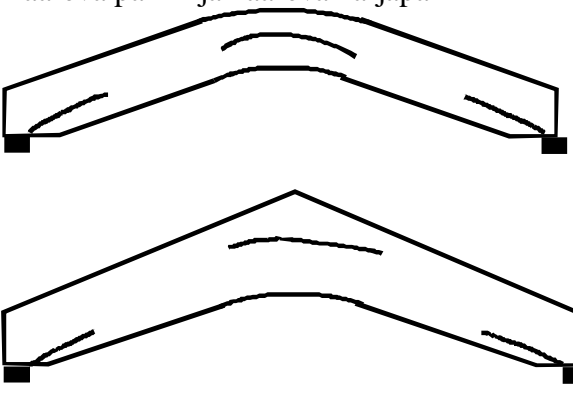
Halkeaman pituus mitataan rullamitalla tai vastaavalla. Halkeaman syvyys voidaan mitata esimerkiksi rakotulkilla tai muulla ohuella liuskalla. Syvyyttä mitattaessa pyritään löytämään halkeaman syvin

kohta. Halkeaman paikka merkitään ensisijaisesti rakennepiirustuksen kopioon. Paikkaa merkittäessä tarkistetaan huolellisesti, onko halkeama vain palkin **toisessa kyljessä vai molemmissa kyljissä samalla kohtaa** palkin korkeussuunnassa. Jos halkeama on molemmissa kyljissä korkeussuunnassa samassa kohtaa, mainitaan tämä tarkastusasiakirjassa. Palkin ylä- ja alapinnoilla olevat halkeamat merkitään vain, jos ne ovat todella isoja eli leveys on suuruusluokkaa 5-10 mm ja syvyys vähintään sama kuin palkin leveys.

4 Vaaralliset vauriokohdat kannatintyypeittäin

4.1 Palkit

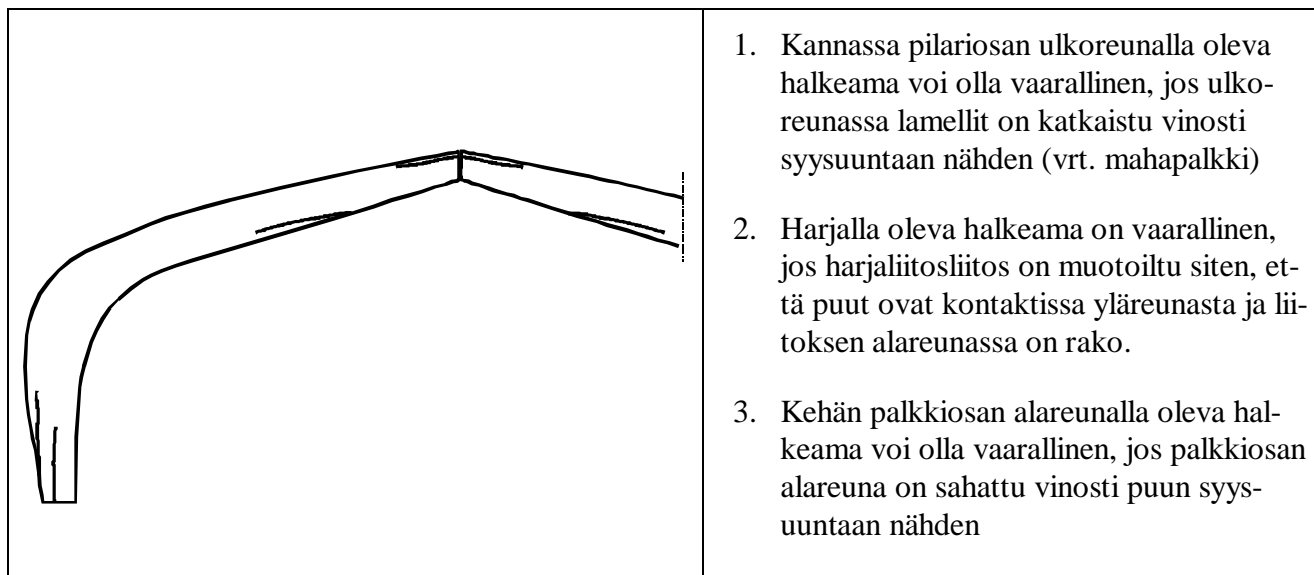
Erilaisissa liimapuupalkeissa vaarallinen halkeama sijaitsee eri kohdissa rakennetta. Kuvassa 2 on esitetty erilaisten liimapuupalkkien vaarallisimmat halkeamakohdat.

Kannate	Vaarallisimmat halkeamat
<p>Suora palkki</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Palkin päässä suunnilleen korkeuden puolivälissä 2. Reiän ympäristössä 3. Tuen lähellä olevan loveuksen juuressa silloin, kun loveus on palkin alareunassa
<p>Pulpettipalkki ja harjapalkki:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulpettipalkin matalassa päässä suunnilleen korkeuden puolivälissä ja palkin yläreunassa 2. Harjapalkissa palkin päässä suunnilleen korkeuden puolivälissä ja harjan alueella 3. Käännetyissä harjapalkissa lisäksi koko alareunassa silloin, kun alareunassa lamellit on leikattu vinosti syiden suuntaan nähden
<p>Kaareva palkki ja kaareva harjapalkki</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kaarevassa palkissa jännevälän keskellä, tukien lähellä erityisesti silloin, kun alareunan lamellit on katkaistu ennen niiden ulottumista tuelle 2. Kaarevassa harjapalkissa eli bumerangipalkissa jännevälän keskellä tukien lähellä erityisesti silloin, kun alareunan lamellit on katkaistu ennen niiden ulottumista tuelle. Bumerangipalkin keskiosa on tavallista kaarevaa palkkia herkempi halkeilulle.

Kuva 2. Vaarallisia halkeamakohtia erilaisissa liimapuupalkeissa.

4.2 Kehät

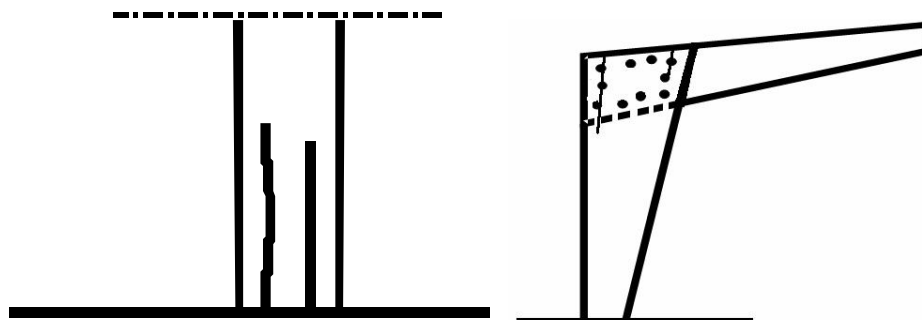
Liimapuukehissä olevien halkeamien määrittäminen joko vaarattomiksi tai vaarallisiksi on palkkeja vaikeampaa. Kuvassa 3 on esitetty muutamia esimerkkejä kolminivelkehän halkeamista ja niiden vaarallisuudesta.



Kuva 3. Esimerkkejä kolminivelkehien halkeamista

4.3 Pilarit

Pilareissa olevat halkeamat ovat vaarattomampia kuin palkkeissa. Jos pilareihin tulee vaakakuormia, esimerkiksi tuulikuormia, halkeamat voivat olla vaarallisia. Tällöin on syytä tarkastaa pilarin alapään halkeamat alueella, jossa se liittyy perustuksiin. Sama koskee myös kehäpilarien yläpään liitoksia (ks. kuva 4). Muualla kuin liitosalueella halkeamat eivät yleensä ole pilareissa vaarallisia. Jos kuitenkin halkeaman syvyys on puolet tai enemmän pilarin leveydestä, rakenne on syytä korjata.



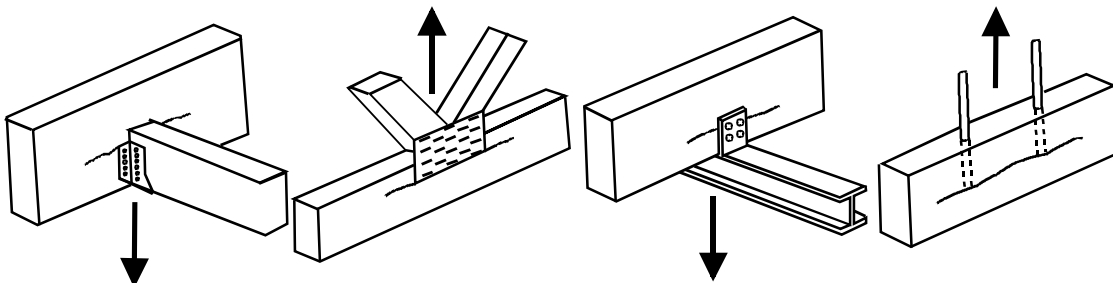
Kuva 4. Halkeamia pilarin alapään jäykässä liitoksessa ja kehäpilarin kulmassa.

4.4 Halkeamat liitinrivien kohdalla

Tappivaarnoilla tai pulteilla kootuissa liitoksissa halkeamat ovat aina vaarallisia, jos ne ovat liitinalueilla.

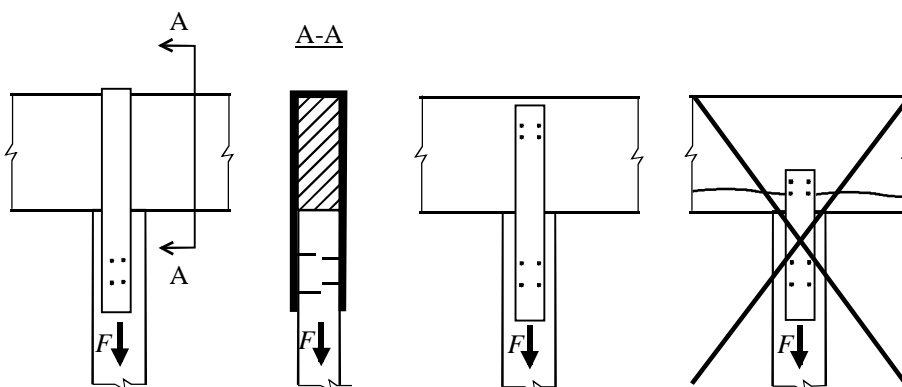
5 Ripustukset

Ripustuksilla tarkoitetaan tässä liitoksia, joissa kuormat aiheuttavat oleellisia vetorasituksia puun syysuuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Tästä on esitetty esimerkkejä kuvassa 5.



Kuva 5. Esimerkkejä huonoista ripustusliitoksista, jossa puu halkeaa syitä vastaan kohtisuoran vetorasituksen vuoksi.

Kuvassa 6 on esimerkki sekä hyvästä että huonosta ripustusliitoksesta. Siinä vasemman puoleisessa tapauksessa kuormitus ei aiheuta halkeiluvaaaraa, koska ripustus tehdään palkin päältä. Oikean puoleisessa tapauksessa on oleellinen halkeamisvaara, koska ripustus on kiinnitetty lähelle palkin alareunaa.



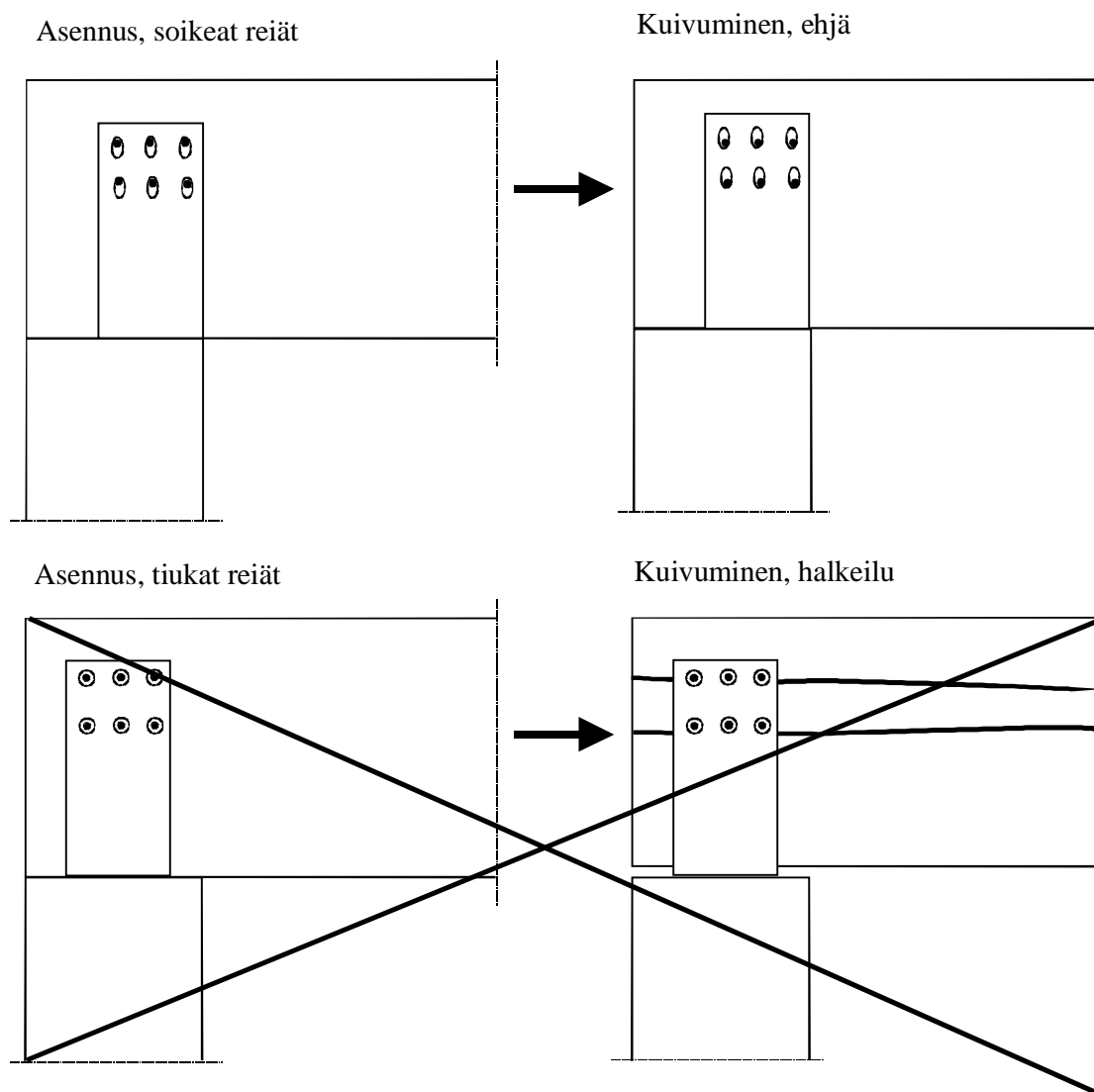
Kuva 6. Paras ripustus vasemmalla, hyvä keskellä ja huono oikealla.

6 Tuet

Jos palkki on kiinnitetty tuella kyljistään teräsosiin siten, että teräsosat alkavat kantaa kuormaa palkin kuivuessa, saattaa seurauksena olla palkin halkeaminen. Teräsosien tai teräksen ja palkin välisen liitoksen on oltava sellainen, että palkin kuivuessakin kuorma siirtyy alareunan kosketuksen kautta tuelle eikä palkki jää roikkumaan teräsosan varaan. Tätä on havainnollistettu kuvassa 7.

Kuvan 7 ylemmässä tapauksessa teräsosien reiät on tehty alun perin soikeiksi ja liittimet on kohdistettu asennuksessa reikien ylälaitaan. Kuivuessaan palkki kutistuu, liitin liukuu soikeissa reiässään ja palkki jää ehjäksi. Alemmassa kuvassa kiinnikkeet on sovitettu tiukkaan reikään, ja kuivuessaan palkki jää roikkumaan kiinnikkeiden varaan, kunnes palkin pää murtuu puun syitä vastaan kohtisuoran vetolujuuden ylittyessä reikien kohdalta. Jos kattorakenteella ei ole lumikuormaa, palkki jää roikkumaan ilmaan kiinnikkeiden varaan. Tällöin riittää käytännössä korjaukseksi se, että rakoon kiilataan esimerkiksi vanerista tehty raon paksuinen tukialueen kokoinen täyte.

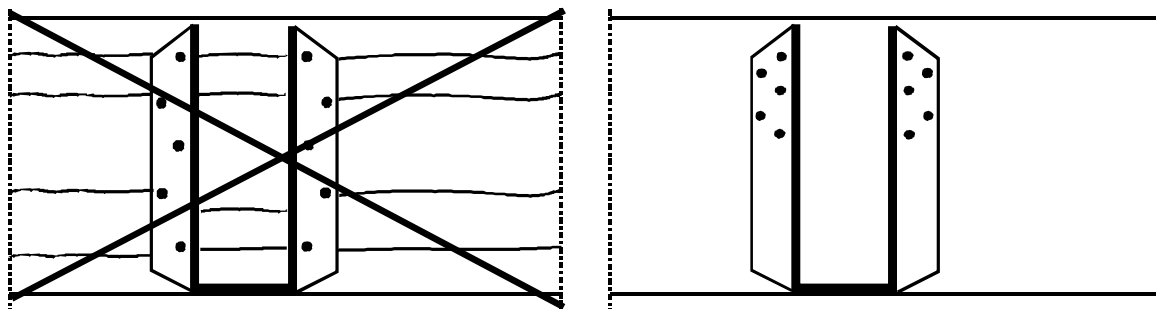
Nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että metrin korkuisen palkin korkeus vaihtelee sisätiloissa vuoden aikana 10 millimetriä. Matalimmillaan palkki on lämmityskauden lopussa ja korkeimmillaan juuri ennen lämmityskautta.



Kuva 7. Palkin liitos tuella. Kiinnitykseen on käytetty teräslevyä, joka on kiinnitetty palkin kylkeen pulteilla tai vastaavilla.

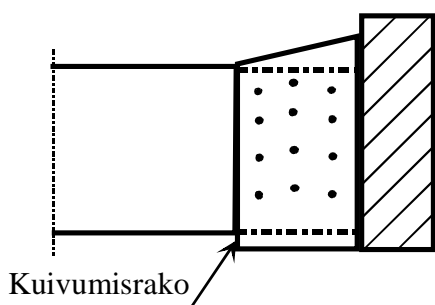
7 Sekundaaripalkkien kiinnitys primaaripalkin kylkiin

Kuivumisesta aiheutuvia palkin kylkiliitoskohdan halkeiluvaaroja on havainnollistettu kuvassa 8. Palkin kuivuessa ja samalla kutistuessa aiheutuu vetojännitys puun syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa, jos liitososat estävät puun luonnollisen kutistumisen. Lopputuloksena pääpalkkiin muodostuu halkeamia, jotka useimmiten kulkevat liittimien kohdalta. Tämä vauriotyyppi on vaarallinen siinä mielessä, että halkeamat syntyvät silloin, kun ilman suhteellinen kosteus on pieni eli lämmitetyssä tilassa talvella. Tällöin on todennäköisesti myös lumikuormaa, joten rasitus on muutenkin suuri.



Kuva 8. Korkea ripustusliitos palkin kyljessä. Vasemmalla on liitos, jota pitäisi välttää halkeiluvaaran takia. Oikean puoleinen liitos toimii paremmin, koska liittimet palkin korkeussuunnassa ovat lähempänä toisiaan ja kauempana palkin alareunasta kuin vasemmalla olevassa kuvassa.

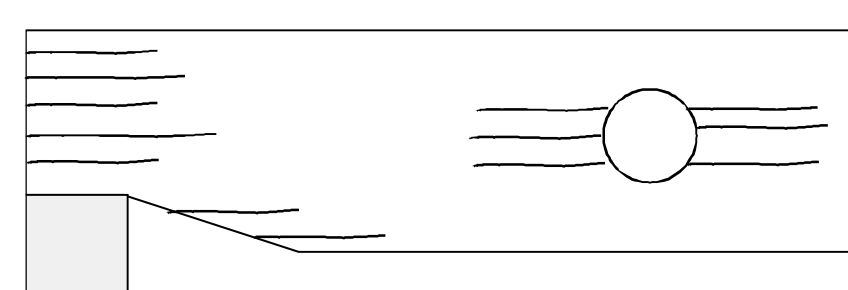
Vaikka halkeilua ei ole tapahtunut, kannattaa tarkistaa, ettei kantopintana toimivan teräsosan ja sekundaaripalkin alareunan välillä ole rakoa. Jos rakoa ilmenee, kiinnikkeet kantavat koko kuorman ja myöhemmin kuorman kasvaessa sekundaaripalkkiin saattaa syntyä halkeamia. Tästä on esimerkki kuvassa 9, joka on periaatteessa sama liitos kuin kuvassa 8.



Kuva 9. Korkea ripustusliitos, jossa liitetyn palkin alapinta ei ole kosketuksissa palkkikenkään puun kutistumisen vuoksi.

8 Epätasainen kuivuminen

Puun epätasaiselle kuivumiselle herkkiä alueita ovat palkkien päät sekä loveusten ja reikien reunat (ks. kuva 10).



Kuva 10. Epätasaisesta kuivumisesta johtuvalle halkeilulle alttiit alueet.

Rakenteiden kantavuuden kannalta vaarallisin alue on loveuksen kohta. Reiän ympäristö voi olla vaarallinen silloin, jos reiän läpi menee ilmanvaihtokanava tai vastaava, jonka lämpötila on ympäristöön korkeampi. Putken mahdollisessa lämpöeristämässä on varottava, ettei eristeellä täytetä kokonaan putken ja puun välistä tilaa, koska tällöin puun lämpötila nousee lähelle putken lämpötilaa.

9 Vauriot rakennetyypeittäin

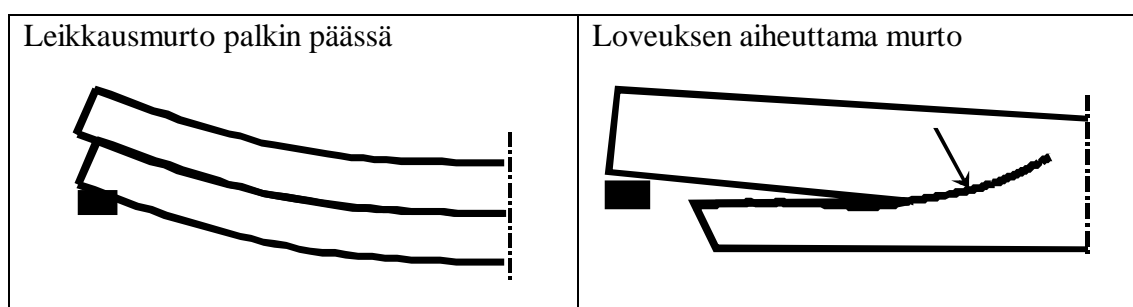
Yleisesti kaikkien liimapuukannatteiden riskikohtia ovat

- kutistumahalkeamat tuella,
- loveukset palkin alareunassa tuella,
- reikien ympäristöt ja
- alapintaan tai kylkiin tehdyt ripustusliitokset.

9.1 Suorat palkit

Suorien palkkien vaaralliset halkeamapaikat on esitetty kuvassa 2.

1. **Lähellä tukea** palkkiin kohdistuu suuria leikkausvoimia, jotka pyrkivät halkaisemaan palkin korkeuden puolivälistä. Jos tuen lähelle muodostuu vaakasuuntaisia kuivumishalkeamia, niin sortumavaara kasvaa. Kuivumishalkeamat syntyvät siitä, että palkki ei pääse vapaasti kutistumaan tai palkin kuivuminen on epätasaista. Tätä on selvitetty tarkemmin luvussa 6. Kuvassa 11 vasemmalla ylhäällä on esitetty palkin pää, kun leikkausmurto on tapahtunut.
2. Tuen lähellä palkin **alareunassa** oleva loveus aina riskitekijä. Mitä jyrkempi loveus on, sitä suurempi halkeamisriski on. Lovetun palkin halkeaminen aiheuttaa helposti välittömän murtumisen eli palkin kantokyvyn menetyksen. Murtuma lähtee yleensä loveuksen vaakapinnan tasolta. Murtotilannetta on havainnollistettu kuvassa 11 oikealla ylhäällä. Pahimmassa tapauksessa halkeama lähtee etenemään vinosti palkin yläreunaa kohti, jolloin palkki sortuu.
3. **Reikien** ympäristö on riskialue halkeilun kannalta. Riski on sitä suurempi, mitä lähempänä reikä on tukea. Jännevälän keskellä palkin korkeuden puolivälissä reikien ympäristön halkeamat eivät ole suuri riski. Reiät pitäisi aina pyöristää nurkistaan. Paras reikämuoto on ympyrä. Halkeilun syyinä on kuormien lisäksi myös puun voimakas kuivuminen reiän ympäristössä. Kuivumisvaaraa on käsitelty tarkemmin luvussa 8.
4. Jos lähelle palkin alareunaa on **ripustettu raskaita kuormia**, voi seurauksena olla palkin halkeilu. Tätä on käsitelty tarkemmin luvussa 5.



Kuva 11. Vaarallisista halkeamista ja loveuksista aiheutuvia palkin murtumisia.

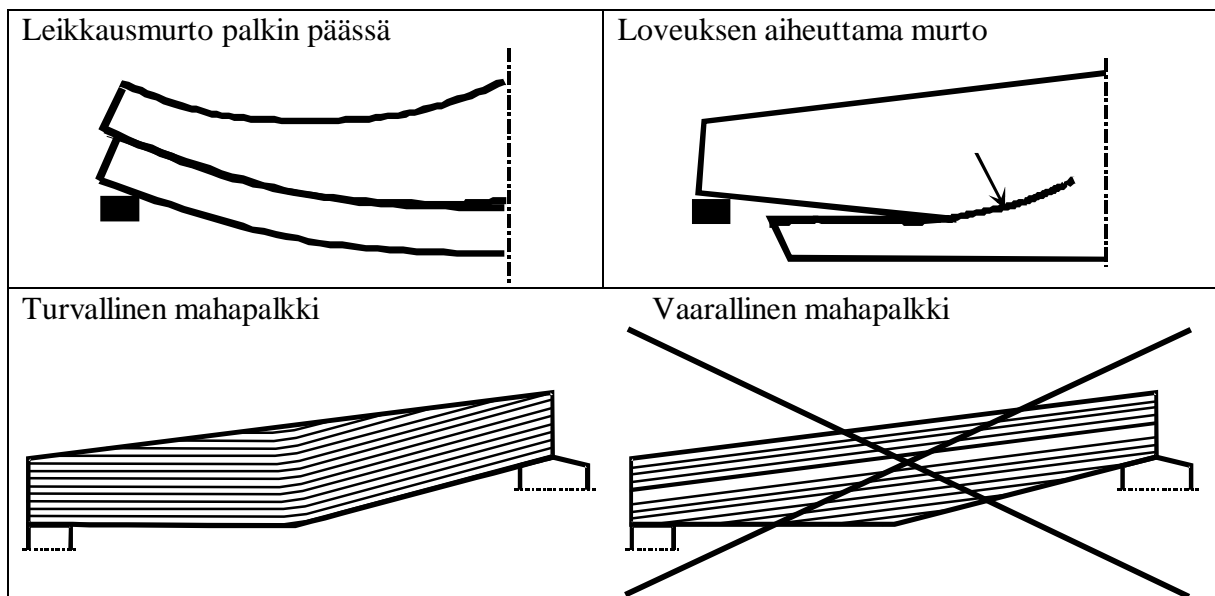
9.2 Pulpettipalkit ja harjapalkit

Pulpettipalkkien ja harjapalkkien vaaralliset halkeamapaikat on esitetty kuvassa 2.

1. **Lähellä tukea** palkkiin kohdistuu suuria leikkausvoimia, jotka pyrkivät halkaisemaan palkin korkeuden puolivälistä. Jos tuen lähelle tulee vaakasuuntaisia kuivumishalkeamia, niin sortumavaara

kasvaa. Kuvassa 12 vasemmalla ylhäällä on esitetty kaaviomaisesti palkin pää, kun leikkausmurto on tapahtunut. Harjapalkilla ja pulpettipalkin matalassa päässä tukialue on kriittisempi kuin suoralla palkilla, koska palkki on matalin suurimman leikkausvoiman alueella.

2. Tuen lähellä palkin **alareunassa** oleva loveus aina riskitekijä (vrt. luvun 9.1 kohta 2). Murtotilannetta on havainnollistettu kuvassa 12 oikealla ylhäällä. Pahimmassa tapauksessa halkeama lähtee etenemään vinosti palkin yläreunaa kohti, jolloin palkki murtuu.
3. **Reikien** ympäristö on riskialue halkeilun kannalta. Riskit ja riskipaikat ovat samat kuin suorilla palkeilla (ks. luvun 9.1 kohta 3).
4. Jos harjapalkki on harja alaspäin eli **mahapalkki** ja alareunassa puun syyt on leikattu vinosti, niin halkeilun kannalta tilanne on teknisesti sama kuin lovetuilla palkeilla. Tällöin alareunaan syntyy syitä vastaan kohtisuoria vetorasituksia. Tällaisia palkkeja on nykyään vähän. Nykyisin mahapalkit tehdään taivutetuista lamelleista, jolloin vältetään edellä kerrotusta vetomurtoriskistä syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa (ks. kuva 12).
5. Jos lähelle palkin alareunaa on **ripustettu raskaita kuormia**, voi seurauksena olla palkin halkeaminen. Tätä on käsitelty tarkemmin luvussa 5.



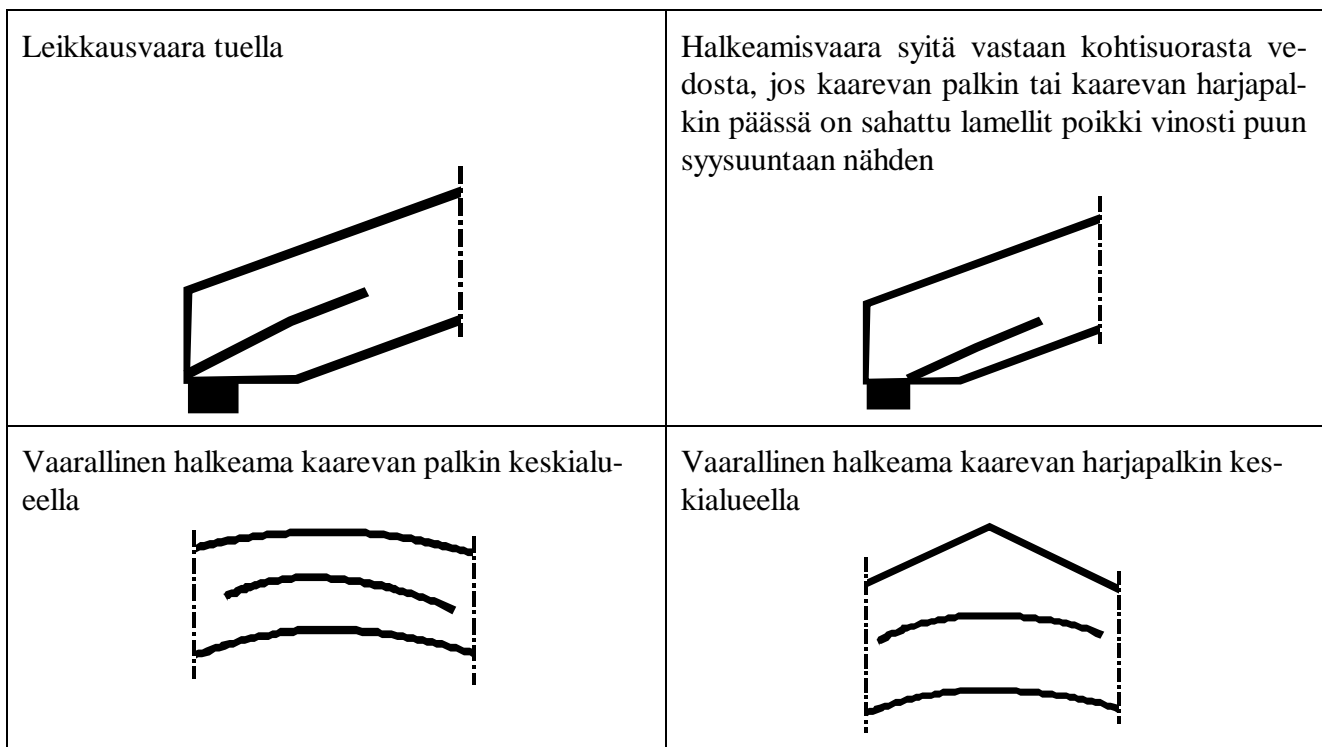
Kuva 12. Ylhäällä vaarallisista kuivumishalkeamista ja loveuksista johtuvia murtumismahdollisuuksia palkin tukialueella. Alhaalla vasemmalla on turvallinen mahapalkki ja oikealla riskialtis mahapalkki. Ratkaisevaa on se, ovatko mahapalkin alareunan lamellit jatkuvia vai vinosti palkin muotoon sahattuja.

9.3 Kaarevat palkit ja kaarevat harjapalkit

Kaarevien palkkien ja kaarevien harjapalkkien vaaralliset halkeamapaikat on esitetty kuvassa 2.

1. **Lähellä tukea** palkkiin kohdistuu suuria leikkausvoimia, jotka pyrkivät halkaisemaan palkin korkeuden puolivälistä. Jos tuen lähelle tulee syiden suuntaisia kutistushalkeamia, niin sortumavaara kasvaa samalla tavalla kuin suorilla palkeilla (ks. luvun 9.1 kohta 1). Kuvassa 13 vasemmalla ylhäällä on esitetty kaaviomaisesti palkin pää, kun leikkausmurto on tapahtunut.

2. Tuen lähellä palkin **alareunassa** oleva puun syyt katkaiseva viiste on riskitekijä silloin, kun vino-
sti katkaistut lamellit eivät ulotu kokonaan tuen päälle. Murtotilannetta on havainnollistettu kuvassa 13 oikealla ylhäällä. Pahimmassa tapauksessa halkeama lähtee etenemään vino-
sti palkin yläreunaa kohti, jolloin palkki murtuu.
3. **Reikien** ympäristö on riskialue halkeilun kannalta samalla tavalla kuin suorilla palkeilla (ks. luvun 9.1 kohta 3).
4. Kaarevissa palkeissa ja kaarevissa harjapalkeissa syntyy syitä vastaan kohtisuoria vetorasituksia kaarevan palkissa **jännevälin keskellä ja kaarevissa harjapalkeissa harjan alueella**. Suurimmillaan nämä vetojännitykset ovat palkin korkeuden puolivälissä, jossa sijaitsevat kutistumishalkeamat ovat siis vaarallisimpia. Näitä on havainnollistettu kuvassa 13 alhaalla oikealla ja alhaalla vasemmalla.
5. Jos lähelle palkin alareunaa on **ripustettu raskaita kuormia**, voi seurauksena olla palkin halkeilu. Tätä on käsitelty tarkemmin luvussa 5.



Kuva 12. Vaarallista halkeamia kaarevien palkkien ja kaarevien harjapalkkien tukialueilla ja jännevälin keskellä.

10 Halkeamien korjaukset

Jos on epäily, että halkeamat ovat vaarallisia, tulee niistä teettää arvio ja tarvittaessa korjaussuunnitelma pätevällä rakennesuunnittelijalla. Halkeamien korjaukset aina yksilöllisiä ja ne edellyttävät erikoissuunnittelua, joten niihin ei voida antaa tässä yleisohjeita. Suomen rakennusinsinöörien liitto (RIL) julkaisee syksyllä 2006 asiantuntijoille tarkoitettua liimapuun halkeamia koskevan oppaan, jossa annetaan ohjeita myös halkeamien korjaamiseen.

10.1 Omatoimisesti tehtävä tukipinnan täyttö

Jos palkki on jäänyt roikkumaan kiinnikkeiden varaan tuella siten, että palkin alareunan ja tuen välissä on selvä rako, rakoon kannattaa lyödä täyte. Sopiva täyte on raon korkuinen vaneri tai teräslevy. Täytteen leveys on sama kuin palkin leveys ja pituus on palkin tukipituus tuella. Jos tukipituutta ei voida nähdä, esimerkiksi rakenteiden verhoilun takia, kannattaa mitta tarkistaa rakennepiirustuksista. Toinen tapa on pyrkiä lyömään täyte niin syväälle kuin se kohtuullisella lyömisellä menee. Sopiva ajankohta tälle korjaustoimenpiteelle on keväällä ennen lämmityskauden loppua, kun katolla ei ole enää lunta.

10.2 Virheelliset korjaustavat

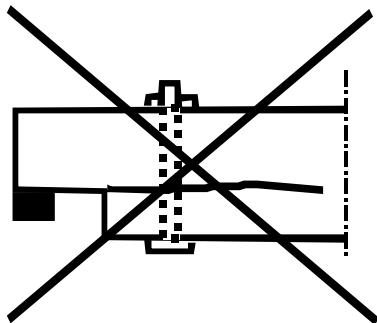
Seuraavassa esitettäviä korjaustapoja ei suositella kantavien liimapuurakenteiden korjauksessa, koska niihin sisältyy tunnistettavia riskejä. Mikäli tarkastuksessa ilmenee epäily, että liimapuuta on korjattu seuraavassa esitetyillä tavoilla, rakenne on luokiteltava riskialttiiksi ja tarkempi riskiarvio kannattaa teettää pätevällä puurakennesuunnittelijalla.

Halkeamien väärä täyttö

Halkeamien täyttö kittaamalla tai halkeamiin liimatuilla puutikuilla ei ole kantavan rakenteen korjaus. Nämä ovat ulkonäkökorjauksia, jotka eivät lisää rakenteen kantavuutta, mutta voivat sitä pienentää. Liimatut puutikut eivät koskaan ulotu halkeaman pohjaan, vaikka siihen pyrittäisiinkin. Mekaaninen pakottaminen lisää halkeiluvaaraa kiilavaikutuksen takia. Halkeiluvaaraa lisää myös se, jos puun pinta on korjauksen aikana kuivempi kuin sisäosa. Tilanne on pahimmillaan tällainen, jos korjaus tehdään kevättalvella tai heti lämmityskauden jälkeen.

Pulttaus syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa

Pulttaamalla tehtyjen halkeilukorjausten suurin riskitekijä on puun kosteusmuodonmuutokset korjauksen jälkeen. Jos pulttirei'issä käytetään lisäksi liimaa, niin muodonmuutosten erot korostuvat. Pultit vaativat aina liitososien välillä selvää liukumaa ennen kuin ne ottavat voimia. Pultit alkavat siis toimia vasta sitten, kun palkki murtunut kokonaan kahdeksi osaksi. Tällöin palkin staattinen toiminta ei enää vastaa sille asetettuja vaatimuksia: kantavuus on riittämätön ja taipuma on niin suuri, että rasi-
tukset kohdistuvat viereisille palkeille.



Kuva 14. Pulttaus on väärä korjaustapa.

TIEDOTE

Sattuneiden HI-palkkien halkeamavaurioiden johdosta Rakennusteollisuus RT:n Betoniteollisuus - toimiala toteaa, että toimialan toimesta on täydennetty HI-palkkien suunnittelun ja valmistuksen ohjeistusta. Noudattamalla aikaisempia ohjeita sekä näitä täydennyksiä estetään uusien vastaavien vaurioiden muodostuminen. Ohje on tämän tiedotteen liitteenä ja erikseen luettavissa internet-osoitteessa <http://www.betoni.com/> .

HI-palkkeja valmistavat betoniteollisuusyritykset ovat kartoittamassa valmistamansa kohteet mahdollisen halkeamariskin kannalta. Valmistajan ja suunnittelijan velvollisuus on säilyttää suunnitelmat kymmenen vuotta. Tästä syystä riskikartoitus kattaa noin kymmenen vuoden aikajänteen tästä hetkestä taaksepäin.

Valmistajat ottavat yhteyttä kesäkuun aikana niihin kiinteistönomistajiin, joiden kiinteistöjen HI-palkeissa on halkeamariskiä. Valmistajat luovuttavat näiden kohteiden luettelon myös Ympäristöministeriön käyttöön.

Kohteissa, joissa HI-palkkeja on käytetty, tulee kiinteistön omistajan tarkistaa silmämääräisesti, onko HI-palkin harjan läheisyydessä silmin havaittavia halkeamia. Tarkastus tulee kohdentaa erityisesti palkin ylälaippaan ja ulottaa harjalta noin palkin kolmannespisteeseen asti. Tarkastus on suoritettava erityisellä huolella. Mikäli silmämääräinen tarkastus osoittaa, että palkissa on halkeamia, tulee välittömästi ottaa yhteys joko palkin valmistajaan tai suunnittelijaan jatkotoimenpiteiden käynnistämiseksi.

Betoniteollisuus tulee tekemään mallisuunnitelman, kuinka niitä palkkeja voidaan vahvistaa, joissa halkeamariski on olennainen. Mallisuunnitelma on käytettävissä välittömästi kesäloman jälkeen.

Rakennusteollisuus RT
Betoniteollisuus

Olli Hämäläinen

Liite: Jännitettyjen HI-palkkien suunnittelu- ja valmistusohje

Jännitettyjen HI- palkkien suunnittelu ja valmistus

Jännitetyissä HI –palkeissa on viime aikoina havaittu vaurioita. Niitä on esiintynyt palkeissa, joissa on ollut ylälaipassa palkin keskialueella runsaasti harjateräksiä sekä puutteellinen haoitus ja jotka on suunniteltu kuormitukseensa nähden varsin mataliksi. Havaittujen vaurioiden johdosta suosittelemme toimittavaksi uusien palkkien suunnittelussa ja valmistuksessa toistaiseksi seuraavasti.

Täydentävät suunnitteluohjeet

Palkkityypin ja -korkeuden valinnassa tulee käyttää ensisijaisesti betonielementtiteollisuuden laatimia mitoituskäyrästäjä. Näitä löytyy esimerkiksi julkaisusta Valmisosarakentaminen II, osa H , Perustus- ja runkorakenteet. RTT. 1995. Käyrästöissä palkkien korkeudet on valittu niin, että jännittämisestä ylälaippaan aiheutuu vain pieniä vetojännityksiä ja siellä tarvitaan vain pienikokoisia harjaterästankoja. Alalaippaan ei tällöin myöskään tule liian korkeita puristusjännityksiä. Jännittämävaiheessa betonin puristusjännitykset saavat olla enintään 50 % laukaisulujuudesta.

Pienempää palkkipoikkileikkausta kuin käyrästäöt antavat, tulisi käyttää vain poikkeustapauksissa ja kokeneen suunnittelijan toimesta. Mikäli käytetään palkkeja, joiden korkeus on mitoituskäyrästäjä pienempi, tulee palkin yläreunan puristusjännitykset hoitaa ensisijassa käyttäen korkeampaa betonin lujuutta.

Palkin ylälaipan puristusterästen määrää tulee rajoittaa. Kuormituksen lopputilanteessa ei tulisi tarvita lainkaan puristusteräksiä. Esijännityksen laukaisutilanteen aiheuttamia vetojännityksiä varten ylälaipassa suositellaan käytettäväksi enintään T20- teräksiä. Raudoitus ei saisi missään tilanteessa isoillakaan palkeilla ylittää määrää 6T20. Näitä lopputilanteessa puristettuja teräksiä ei tule jatkaa palkin harjan kohdalla. Jatkospituutena tangoille käytetään vedetyn teräksen jatkospituutta. Tangot tulisi asentaa yhteen kerrokseen. Jos tankoja on enemmän kuin 2 kpl, tulee ne päättää eri kohdissa. Isommat tangot tulee sijoittaa laipassa keskelle uuman viereen.

Lisäksi suositellaan käytettäväksi yläpunoksia tasapainottamaan poikkileikkauksen jännityksiä alkutilanteessa. Joissakin tilanteissa alapunosten jännitystä kannattaa pienentää maksimitaan. Alapunosten tartunnan poistolla voidaan pienentää ylälaipan vetojännitystä laukaisutilanteessa.

Palkin ylälaipan taitteen aiheuttama nostovoima tulee harjan kohdalla hoitaa uumaan sijoitetuilla ala- ja ylälaippaan ankkuroiduilla lisäteräksillä.

Ylälaippa tulee varustaa riittävällä haoituksella. Ylälaipassa tulee palkin keskialueella (= noin 60 % palkin pituudesta- alueella) käyttää umpihakoja tai vähintään ns. triangelihakaa (BY 210, s. 654) aina kun puristettujen tankojen määrä on suurempi kuin 2T16 sekä aina puristettujen tankojen jatkoksen ja palkin harjan kohdalla ja mikäli tankoja joudutaan sijoittamaan kahteen kerrokseen. Muissa tilanteissa ns. hattuhaka voidaan katsoa riittäväksi. Hakajako määräytyy puristettujen pääterästen normivaatimusten mukaan. Lisätietoja palkin ja sen haoituksen suunnitteluun löytyy julkaisusta BY 210. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2005, kohta 9.3.2.

Isot reiät palkin uumassa tulee suunnitella huolella. Pääsääntöisesti palkin keskimmaisella kolmanneksella suositellaan reiän kooksi enintään h/3 ja suurten reikien välisen kannaksen leveydeksi vähintään h/2, kun h = palkin korkeus reiän kohdalla. Palkin kestävyys reikien kohdalla tulee tarkistaa ristikkoanalogian perusteella. Mikäli palkkiin joudutaan sijoittamaan reikiä suosituksesta poiketen, tulee suunnittelijan laatia niistä tarkemmat laskelmat. Isojen reikien yhteydessä tulee tarkistaa myös betonin jännitykset palkin ala- ja yläreunassa. Lisätietoja reikien suunnittelusta löytyy edellä mainituista julkaisuista.

Jännitetyt HI- palkit ovat 1- rakenneluokan rakenteita, joiden suunnitelmien laatijalla/ tarkastajalla tulee olla FISE ry:n toteama AA- luokan betonirakenteiden suunnittelijapätevyys. Erityisen vaativissa rakennushankkeissa (RakMk A1) tai jos palkkirakenteissa oleellisesti poiketaan suosituksista, tulee ulkopuolisen betonirakenteiden tarkastajan pätevyuden omaavan suunnittelijan tarkistaa suunnitelmat.

Palkkien valmistus, kuljetus ja asennus

Palkkien valmistuksen tulee tapahtua valmistussuunnitelmien ja Betoninormien (BY 50) mukaan. Erityistä huomiota tulee kiinnittää oikeaan raudoitukseen sekä betonin lujuudenkehitykseen ja tiivistämiseen. Esijännityksen laukaisuvaiheessa betonin lujuuden tulee olla suunnitelmien mukainen. Mikäli palkkien laadunvalvonnassa havaitaan normaalista poikkeavaa (esim. halkeamia esijännityksen laukaisuvaiheessa), tulee siitä informoida suunnittelijaa. Mikäli valmistuspiirustukset ovat puutteelliset tai epäselvät, asia tulee selvittää suunnittelijan kanssa ennen palkin valmistusta. Valmistukseen tulee aina jäädä dokumentoitu tieto palkin lopullisesta raudoituksesta.

Palkit tulee kuljettaa työmaalle pitkien jännebetonipalkkien yleisiä kuljetusohjeita noudattaen. Palkeille tulee tehdä työmaalla vastaanottotarkastus ja ne tulee asentaa kirjallisen asennussuunnitelman mukaan.

RT/ Betonteollisuus

LAUSUNNOT

1. Ympäristöministeriön lausunto

Tutkitut tapaukset on selvitetty perusteellisesti ja selkeästi ja vaurioiden syyt käyvät niistä hyvin ilmi. Tutkintaselostusluonnoksessa on esitetty neljä suositusta, joihin ympäristöministeriö esittää lausuntonaan seuraavaa:

Ympäristöministeriö pitää suositusta S1/06Y/S1 kannatettavana. Suosituksen toteutuminen edellyttää kiinteistö- ja rakennusalan yhteistyötä. Ympäristöministerin ja rakennus- ja kiinteistöalan toimijoiden tapaamisessa 26.4.2006 käsiteltiin rakenteelliseen turvallisuuteen liittyviä jatkotoimia. Alan toimijat pitivät tapaamisen yhteydessä antamassa julkilausumassa tärkeänä, että kiinteistönomistajien vastuuta yleisötilojen ja riskikohteiden ylläpidosta täsmennetään ja että velvoitteen tehostamiseksi selvitetään mahdollisuus järjestää säännöllisin väliajoin yleisötiloja sisältävien rakennusten rakenteellisia tarkastuksia.

Ympäristöministeriö pitää suositusta S2/06Y/S2 kannatettavana, mutta kuntien rakennusvalvonnan järjestäminen kuuluu kuntien oman päätöksenteon piiriin eikä ympäristöministeriö näin yksin voi asiassa toimia. Matti Vanhasen II hallituksen ohjelmassa 19.4.2007 todetaan rakentamisen osalta muun muassa, että arvioidaan tarve kehittää rakennusvalvontaa ja rakentamismääräyksiä niiden yhtenäisten tulkintojen, rakentamisen laadun ja kestäväen kehityksen vahvistamiseksi. Ympäristöministeriö pitää hyvänä kuntien rakennusvalvonnan riittävien voimavarojen varmistamista kuntien yhteistoimintaa kehittämällä. Kehitykseen voidaan hyödyntää käynnissä olevasta Paras -hankkeesta saatavia kokemuksia.

Suosituksen S1/06Y/S3 osalta ympäristöministeriö viittaa kirjeessään YM 14/629/2004 antamaansa lausuntoon suosituksesta B1-B2/03Y/S4.

Ympäristöministeriö pitää tärkeänä kiinnittää huomiota suunnittelijoiden riittävään pätevyYTEEN. Suositus S1/06Y/S4 käsitellään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan A2 uudistustyön yhteydessä.

Yksityiskohtaiset korjaus- ja täsmennysehdotukset:

- Otsikon "Viranomaisten välinen yhteistyö" alla 1. kappaleessa todetaan, etteivät viranomaiset olleet omassa valvontatoiminnassaan pitäneet tutkittuja vauriokohteita valvonnan kannalta keskeisinä ainakaan rakenteiden turvallisuuden osalta. Mitä viranomaista/viranomaisia tarkoitetaan ja tarkoittaako tämä uudisrakentamisvaihetta? Tapausselostuksissa ei ole viittauksia siihen, että kunnan rakennusvalvontaviranomaisen valvonta olisi ollut riittämätöntä kohteiden vaativuuteen nähden. Käytön aikaisesta valvonnasta todetaan (s. 62 ja 63), että viranomaisen suorittama tarkastus olisi edellyttänyt ilmoitusta epäilyistä vaarasta.
- Pihitiputaalla 20.3.2006 sattuneen kattosortuman selostuksesta ei selviä kattoristikoiden välinen etäisyys. Sivulla 4 esitetyistä kuormitustiedoista päätellen se on ollut 1,0 m.

- Laukaan tapauksen selostuksessa kohdassa 2.5 kuvan 7 alla maininta, että palkit olivat teräspilarien hahlossa. Kuvan mukaan kyse on teräsbetonipilareista.
- Jyväskylässä sijaitsevan urheiluhallin katon kuormia on käsitelty kohdan 6.6. 1. kappaleessa. Eräitä kappaleessa annettuja tietoja voisi täsmentää. "Paikallinen ominaislumikuorma" voi tarkoittaa suunnittelussa sovellettavaa paikkakuntakohtaista (perus)lumikuorman arvoa tai rakenteen tarkasteltavassa kohdassa (paikallisesti) RIL 144 mukaan laskemalla saatavaa kuormaa. Selventäisi, jos todettaisiin, että $2,5 \text{ kN/m}^2$ on ominaisarvo, jossa on huomioitu lumen kinostuminen (siitä lienee kyse). Myös seuraavat kaksi lausetta ovat jossain määrin epäselviä. Toisen lauseen mukaan lunta oli "tapahtumakohdassa" (minkä helposti ymmärtää vauriokohdaksi) 465 kg/m^2 . Kolmannessa lauseessa kuitenkin todetaan, että vaurion tapahtumakohdassa (katon vinolla osalla) lumikuorma oli tätä pienempi.

Tulosalueen päällikkö,
Kehittämisjohtaja

Helena Säteri

Rakennusneuvos

Jaakko Huuhtanen

2. Sisäasiainministeriön pelastusosaston ja sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosaston lausunnot

Sisäasiainministeriön pelastusosasto ja sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto ilmoittivat lausunnoissaan, ettei niillä ole huomautettavaa tutkintaselostusluonnokseen.

3. Suomen rakennusinsinöörin liiton kommentit tutkintaselostusluonnokseen

Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry kiittää lausuntopyyntöä ko. tutkintaselostukseen ja esittää lausuntonaan seuraavaa:

1. Yleistä

Tutkintaselostus on mielestämme perusteellinen ja kattava. Onnettomuuksien tapahtumat ja syyt on kuvattu asiantuntevasti ja selkeästi. Onnettomuuksien johtopäätöksiin on helppo yhtyä ja esitetyt suositukset ovat kaikki erittäin tarpeellisia. Haluamme kuitenkin seuraavassa tuoda esille muutamia tarkennuksia ja näkemyksiä.

Tutkintaselostuksessa on onnettomuudet käsitelty luonnollisesti ensisijaisesti suunnittelun, urakoinnin ja valvonnan kannalta. Tärkeä osapuoli on myös rakennuttaja. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä ("rakennuttajalla") on lakien ja määräysten mukaan erittäin suuri vastuu rakentamisen laadun ja turvallisuuden toteuttamisessa. Tämän hänen tulee hoitaa mm. varaamalla hankkeeseen riittävästi resursseja (pätevät suunnittelijat ja urakoitsijat, toimiva aikataulu, riittävät palkkiot, jne.) sekä huolehtimalla järkevästä orga-

nisoinnista. Em. tehtävien laiminlyönti voi epäsuorasti johtaa onnettomuuksiin. Näissä onnettomuuksissa rakennuttajan toiminnalla ehkä ei ollut osuutta tapahtumiin, mutta ainakin muutamassa onnettomuudessa tulee mieleen, onko rakennuttajan puutteellisilla toimenpiteillä ollut epäsuorasti osuutta onnettomuuksien syntyyn. Tätä asiaa voisi selostuksessa harkiten tuoda esille.

2. Yksityiskohtaisemmat kommentit

- Muutama tarkennus tekstiin:
 - sivulla 56, kohta 9.1.5: mainitun ”yhteistyöryhmän” virallinen nimi on *Rakenteellisen turvallisuuden johtoryhmä*. Siinä on mainittujen organisaatioiden lisäksi jäsenenä alusta lähtien ollut myös ympäristöministeriö ja RIL. Myöhemmin siihen on liittynyt Rakennustarkastusyhdistys ry ja Kiinteistöpalvelut ry.
 - kohdassa 11, s. 68 on tämä puutteellinen kuvaus toistettu
 - kohdan 11 toteutuneet toimenpiteet voisi tarkentaa seuraavasti:
 - rakenteellisen turvallisuuden johtoryhmän ohjauksessa syntynyt käytännön toimintaohje (s. 68) toteutettiin RILin vetämänä ja julkaistiin RILin ohjeena (*RIL 2041-2007 Rakenteellisen turvallisuuden varmistaminen. Erityismenettelyn soveltamisohje*).
 - ongelmaksi todettu rakenteiden jäykistyksen suunnittelun sisältö ja eri osapuolten välinen vastuu- ja tehtäväjako on pyritty selkeyttämään RIL-ohjeessa *RIL 240-2006 Puurakenteiden laadunvarmistus*. Ohjeessa on muutenkin kiinnitetty huomiota rakenteelliseen turvallisuuteen.
- Jyväskylän urheiluhallin katon jiiirissä tapahtuva lumimäärän kertyminen oli varoitettava esimerkki kuormitusohjeiden mahdollisista puutteista. Esim. eurokoodi SFS-EN 1991-1-3 *Lumikuormat ei* suoraan tunne tällaista erityistapausta. Ilmiö kuitenkin muistuttaa ylemmältä katolta alemmalla katolle liukuvan lumen tapausta (esim. EN 5.3.6 ja RIL 144-2002, kuva 4.122d). Tämän kohdan soveltamisesta jiiiriin ei ole mainintaa, joten asia jää suunnittelijalta huomaamatta. Ko. asiasta tullaan varoittamaan RILin eurokoodien sovellusohjeessa, joka ilmestyy syksyllä. Tämä on myös asia, joka tulisi saattaa eurokoodien kehittäjien tietoon.

3. Näkökohtia esitettyihin suosituksiin

- *Rakennusten katsastusmenettelyn* kehittäminen on kaikin puolin kannatettava ehdotus. Asia on käsitelty myös rakenteellisen turvallisuuden johtoryhmässä ja on päätetty selvittää tällaisen toiminnan sisältö ja siihen tarvittavat kehittämisresurssit.
- *Rakennusvalvonnan resurssien puute* pienillä paikkakunnilla on merkittävä ongelma. Kansalaisten tasa-arvoa loukataan, kun rakenteellinen turvallisuus on huonompi pienissä kunnissa viranomaisvalvonnan tason ja vähäisyyden vuoksi kuin suurissa. Näin ollen resurssien yhdistäminen olisi selkeä parannus tähän ongelmaan. Myös yksityisten asiantuntijoiden käyttö viranomaisvalvonnassa tulisi edelleen harkita, mahdollisesti osittain yhdistettynä em. katsastustoimintaan.
- *Viranomaisten yhteistyön kehittäminen kokonaisturvallisuuden* kehittämiseksi pidämme tarpeellisena suosituksenne mukaisesti.
- Ehdotettu *naulalevyristikoilla toteutetun kattorakenteen* rakennesuunnittelun tehtävän vaativuuden nostaminen AA-tasolle yli 15 m jänneväleillä on tarpeen ja kannatamme siihen liittyvää määräysmuutosta. Nyt *esivalmistettujen* puurakenteiden AA-vaativuuden rajahan kulkee 25 m kohdalla.

Liite 3 / 4(11)

Annettua suositusta voisi laajentaa siten, että kattorakenteet, jotka ovat jänneväli-
tään 15-25 m ja koostuvat esivalmistetuista rakenteista sekä vaativat huomattavia
paikalla tehtäviä stabiloivia rakenteita ja niihin liittyvää vaativaa rakennesuunnit-
telua, kuuluisivat AA-vaativuusluokkaan.

On syytä huomata, että *paikalla tehdyn* rakenteen vaativuuden AA-raja on tällä
hetkellä 15 m jännevälin kohdalla. Jänneväliään 15-25 m ristikoista koostuva
kattorakenne, jossa tarvitaan kantavuuden kannalta laajasti paikalla tehtäviä jäy-
kistysrakenteita, pitäisi tietyissä tapauksissa jo nyt tulkita paikalla tehdyksi ja
näin ollen AA-rakenteeksi.

Toivomme, että esittämämme asiat huomioidaan tutkintaselostuksen viimeistelyssä.

Kunnioittaen

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL RY

Helena Soimakallio
toimitusjohtaja, dipl.ins.

Gunnar Åström
julkaisu- ja kehityspäällikkö, dipl.ins.

4. RAKLI ry:n kommentit tutkintaselostusluonnokseen

Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:lle on annettu mahdollisuus kommentoida yllä mainittua Kevättalven 2006 rakennusonnettomuudet tutkintaselostuksen luonnosta.

Tutkintaselostus on näkemyksemme mukaan asiallisesti tehty eikä sisällä merkittäviä puutteita. Tutkintaselostuksessa esitetyistä suosituksista ensimmäisenä olevaan katsastusmenettelyyn suhtaudumme varauksin. Rakenteiden turvallisuus on kyllä syytä varmistaa tarkastuksin, jotka pidetään rakennuksen valmistuttua ja takuuajan päätyessä. Sekä tutkituissa onnettomuustapauksissa että RAKLI:n jäsenten suorittamissa tehostetuissa tarkastuksissa on ilmennyt, että kantaviin rakenteisiin liittyvät vaarat johtuvat niiden suunnittelussa ja rakentamisessa tehdyistä virheistä. Vahingot ja vaarat eivät ole juurikaan johtuneet rakennusten ikääntymisestä tai käytöstä. Siten rakennusvaiheen jälkeän tarkastuksia ei tarvita kovinkaan usein. Mahdollisen katsastusmenettelyn osalta on pidettävä huoli siitä, että siitä ei tule hyödytöntä tai päällekkäistä toimintaa muuhun tarkastusmenettelyyn nähden.

Raimo Seppälä
Tekninen johtaja

5. Suomen kuntaliiton kommentit tutkintaselostusluonnokseen

Onnettomuustutkintakeskus on pyytänyt Suomen Kuntaliiton lausuntoa kevättalven 2006 rakennusonnettomuuksia käsittelevästä tutkintaselostuksesta S1/2006 Y. Liiton toimisto esittää kantanaan seuraavaa:

Yleistä

Huolestuttavaa on, että kattorakenteita on sortunut Suomen rakentamismääräyskokoelmassa määritellyjä laskentakuormituksia huomattavasti alemmilla kuormituksilla. Kuinkahan paljon kattoja olisi sortunut, jos luomikuormat olisivat olleet suuremmat.

Maatalouden rakennuksissa on harrastettu runsaasti ns. paikallista tuotantoa eikä suurienkaan jännemittojen ristikoissa ole käytetty tehdasvalmisteisia laatuvalvottuja ristikorakenteita, joissa on pätevä suunnittelu ja valvottu tuotanto.

Maatalouden rakennuksiin saadaan usein investointitukea, jolloin rahoitusehtoihin voitaisiin laittaa ehtoja suunnittelulle ja rakentamiselle siten, etteivät tällaiset virherakenteet olisi lainkaan mahdollisia.

Lisäksi ko. vanerilevyin toteutetuista liitoksista tulisi ehdottomasti laatia FISE:n toimesta kortti rakennusvirhepankkiin opiksi suunnittelijoille. Ympäristöministeriö voisi valvoa, että näin tapahtuu.

FISE:n rakennusvirhepankkiin on laadittu muistakin vakavista rakennevirheistä kortteja, jotka ovat netin kautta suunnittelijoiden käytettävissä.

Yksityiskohtaisia huomautuksia

Tiivistelmä

Neljännessä kappaleessa todetaan, ”että rakennukset oli suunniteltu ja rakennettu vanhan rakennuslain aikaan”.. -> Tämä ei päde Pihtiputaan tapaukseen, jossa emosikalan rakennuslupa oli myönnetty **huhtikuussa 2001**.

Kohta 2.7 /LAUKAA

Kyseinen liitos on täysin väärin suunniteltu, koska se estää palkkia tukeutumasta pilariin ja estää myös tuella tapahtuvan palkin pään kulmamuuutoksen taipuman johdosta. Korjausehdotus ei poista muuta kuin painumasta tapahtuvan rasituksen. Tästäkin liitoksesta pitäisi tehdä kortti FISE:n rakennusvirhepankkiin.

Kohta 6.6 /JYVÄSKYLÄ

Jiirin vaikutus lumen ja jään kerääntymiseen tulee saada kuormitusnormeihin ja suunnitteluohjeisiin.

Vaurio oli verraten pieni verrattuna kuormituksiin.

Koska kuormitustilanne oli yllättävä, tulisi tästäkin tapauksesta laatia kortti FISE:n virhepankkiin.

Huoltosopimukseen tulisi ottaa kohta jää ja lumikasaantumisen poistamisesta, koska huoltoyhtiöt eivät sitä tee ellei siitä ole erikseen toimeksiannossa sovittu.

Kohta 7. /VETELI

Kysymyksessä on alkeellinen suuren, hallimaisen rakennuksen jäykistyksessä tehty suunnitteluvirhe, jollaista ei saisi tapahtua.

Tällaisen virheen ennalta ehkäisy on tärkeää. Eräänä vaihtoehtona olisi, että aina vaaditaan ulkopuolisen tarkastajan antama lausunto sekä rakennesuunnitelmasta, että toteutuksesta. Ehto kirjataan rakennuslupaan rutiininomaisesti ja ehdon noudattamista myös valvotaan.

Kohta 8.7/JOENSUU

Tässä esitetyt toimenpiteet ovat kannatettavia. Ne pitäisi saada myös suunnitelmiin ja rakennusten käyttö- ja huolto-ohjeisiin. Kiinteistöjen omistajat eivät ymmärrä kerääntyvän veden aiheuttamaa suurta kuormitusta. Suunnittelukuorman ylittävä veden kerääntyminen tulisi estää ylivuotoputkin yms.

Kohta 9. /ANALYYSI

Alakohta 9.1.1/2.

Viimeistä kohtaa tulisi täydentää taipuman aiheuttaman kiertymän osalta.

- ”Palkkien tuennan/**kiinnityksen** tulisi sallia puun kosteusvaihteluiden aiheuttama liike **ja taipuman aiheuttama kiertymä tuella**”.

Taulukko 2

Taulukossa on esitetty asioita, joilla olisi voinut olla merkitystä kyseisen tapauksen esittämisessä. Mielenkiinto tulee kohdistaa **yhteispistemäärä** sarakkeeseen.

Ainoa kohta, joka on saanut 12 pistettä, on rakennusten katsastusmenettelyä koskeva kohta/taulukon toiseksi alin kohta.

Taulukossa ihmetyttää sarakkeet, joissa kiinnitetään huomiota rakennushankkeeseen ryhtyvän toimenpiteisiin. **Pisteitä on annettu vain 3-9.**

Maankäyttö- ja rakennuslain 19 §:n mukaan ”**rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö.**”

Sen sijaan rakennusvalvonnan ja pelastusviranomaisen nykyistä laajemmille toimenpiteille on annettu runsaasti pisteitä **jopa 9-11, vaikka näillä on tänä päivänä varsin niukat resurssit nykyisistäkin tehtävistä selviämiseksi.**

Taulukon painotuksia tulisi tältä osin muuttaa.

12 Suositukset

Kohta 12.1 Rakennusten katsastus

Kohdan 12.1 alussa todetaan vallitseva oikea periaate, että rakennuksen omistajilla ja haltijoilla on velvollisuus pitää rakennukset turvallisina. **Sen sijaan toteamus, että omistajien keinot velvollisuudesta huolehtimiseen olisivat vähäiset, ei Kuntaliiton tiedon mukaan ole todenmukainen.** Kysymys on kiinteistön-omistajien toimintamallien vanhentuneisuudesta ja jopa asenteiden välinpitämättömyydestä rakennusten turvallisuuden jatkuvaa seurantaa kohtaan.

Suositus *SI/06Y/SI*, jossa ympäristöministeriön tulisi kehittää yhdessä rakennusalan toimijoiden kanssa rakennuksille katsastusmenettely, jossa oleellisena sisällönä olisi rakenteiden turvallisuus, **on kannatettava.**

Kohta 12.2 Rakennusvalvontojen yhdistäminen

Kuntaliitto katsoo, että kuntien rakennusvalvontaviranomaisen tehtävien yleisperiaate on oikealla tavalla ratkaistu vuoden 2000 maankäyttö- ja rakennuslaissa. Sen sijaan em. lain eräät säännökset viranomaisten tehtävien hoitamiseksi ovat osoittautuneet yleisiksi ja edistäneet viranomaiskäytäntöjen eroja kunnissa. Maankäyttö- ja rakennuslain toimivuutta on seurattu useissa seurantatutkimuksissa vuosina 2001- 06 Suomen Kuntaliiton ja ympäristöministeriön toimesta.

Suomen Kuntaliitossa valmistui **huhtikuussa 2007** kunnille tarkoitettu **opas** (lausunnon liitteenä) rakennusvalvontaviranomaisen tehtävien hoidon uudistamiseksi ja vaikuttavuuden lisäämiseksi.

Oppaan keskeinen sanoma on kannustaa kuntia kuntayhteistyöhön rakennusvalvontaviranomaisen tehtävien hoidossa. Meneillään oleva kunta- ja palvelurakennuudistus osaltaan myös kannustaa kuntia suunnittelemaan rakennusvalvontayhteistyötä.

Kuntaliitolla on tiedossa useita suunnitteilla olevia yhteistyöhankkeita. Yhteistyön tulee perustua vapaaehtoisuuteen ja alueellisesti tarkoituksenmukaisten ratkaisujen löytymiseen. Em. oppaan keskeisiä painopisteitä ja näkökohtia ovat myös **rakennusten turvallisuus** (ks. opas s. 6/kohta 2.1 /1.kappale loppuosa), rakennusvalvontaa kuormittavista muista tehtävistä luopuminen (ks. s. 7), pätevien toimijoiden vaatiminen rakentajilta (ks. s. 12), viranomaisen suorittaman neuvonnan määrä ja varhainen ajoitus (ks. s. 12) ja kunnissa rakentajalle määrättävän huolehtimisvelvollisuuden yhdenmukaistaminen koko maassa (ks. taulukko 2 s. 15).

Valtiovalta edellyttää tällä hetkellä kunnilta suunnitelmia kuntayhteistyön aikaansaamiseksi (PARAS-hanke).

Kuntaliitto kannustaa kuntia myös rakennusvalvonnan osalta kuntayhteistyöhön. Siksi ehdotettu suositus *SI/06/S2* ei meneillään olevat kehittämishankkeet huomioiden ole tarkoituksenmukainen. Kuntaliitto ehdottaa suositusta *SI/06/S2* muutettavaksi seuraavasti:

Kuntien tulisi ryhtyä aktiivisiin toimenpiteisiin rakennusvalvontayhteistyön laajentamiseksi, koska yhden viranhaltijan yksikössä kaikkea rakennusvalvonnan edellyttämää erityisosaamista ei välttämättä saavuteta. Laajempi kuntien yhteistyö mahdollistaa riittävän suuren rakennusvalvontayksikön, jossa toimii päätoimisia rakennustarkastajia. S1/06/S2

Kohta 12.3 Viranomaisten yhteistyö rakennusten kokonaisturvallisuuden hallitsemiseksi

Kuntaliitto katsoo, että kuntien rakennusvalvonnan työn tulee jatkossakin keskittyä luvanvaraisen rakentamisen valvontaan. Viranomaisvalvontatyön kesto on oikealla tavalla ratkaistu nykyisessä maankäyttö- ja rakennuslaissa. Rakennusvalvonnan roolia ja työtä ei rakennusten ylläpidon ja käytön valvonnassa tule enää lisätä eikä laajentaa. Kuntien rakennusvalvontojen tulee saada keskittyä rakentamisen aikaisen valvontatyön laadun ja vaikuttavuuden kehittämiseen. Syksyllä /1.9.2006) voimaan tullut **erityismenettely** vaativien hankkeiden osalta on jo tuonut **riskiarvion** ja **riskianalyysin** työkaluksi rakenteellisen turvallisuuden varmistamiseksi. Näin ollen painopisteen tulisi olla rakennuksen käytön ja huollon aikaisissa toimenpiteissä/katsastusmenettelyssä. Suositus S1/06Y/S3 ehdotetaan muutettavaksi seuraavasti:

Ympäristöministeriön, sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön ja sisäasiainministeriön tulisi sopia yhteistyöstä ja menettelytavoista rakennusten jatkuvan rakenteellisen turvallisuuden varmistamiseksi rakennuksen käytön aikana siten, että päävastuu kuitenkin säilyy kiinteistön omistajalla. S1/06Y/S3

12.4 Naulalevyristikoilla toteutettujen rakennusten suunnittelu

Suositukseen voisi kirjata myös vaatimuksen **tehdasvalmisteisten** ristikoiden käytöstä ja vaatimuksen tuoteosakaupan muodostamasta **kokonaisuudesta** (= ristikko + nurjahdustukien asennus). Nurjahdustuet ovat olennainen osa ristikoiden suunnitellun toimivuuden kannalta.

Ehdotus suositukseksi:

Rakennukset, joissa käytetään jänneväliltään yli 15 m:n naulalevyristikoita, tulisi olla tehdasvalmisteiset ja määritellä luokan A sijaan luokkaan AA, jolloin suunnittelijan koulutus- ja ammattitaitovaatimukset olisivat nykyistä tiukemmat. Ristikoiden toimituksen ja nurjahdustukien asennuksen tulee muodostaa toimiva kokonaisuus, jonka varmentaa ulkopuolinen tarkastaja, S1/06Y/S4

Kohta 12.5 Muita huomioita

Kuntaliitto uudistaa jo edellä todetun, että kuntien tehtäviä käytössä olevien rakennusten valvonnassa ei tule lisätä.

Maankäyttö- ja rakennuslain seuraamusjärjestelmiä on tehostettava vastuullisten toimijoiden laiminlyöntien osalta.

Lisäksi lausuntonaan Kuntaliitto katsoo, että maankäyttö- ja rakennuslain seuraamusjärjestelmät ovat heikkoja säännösten laiminlyöntien osalta. Asiaan on kiinnittänyt huomiota myös eduskunnan ympäristövaliokunta 6.6.2006 talousvaliokunnalle antamassaan lausunnossaan. Kaiken kaikkiaan rakentamisen valvonnassa viranomaisten käytössä olevat seuraamukset rikkomuksista, väärinkäytöksistä ja niskoittelusta ovat niin lieviä, että niillä ei arvioida olevan ennalta-ehkäisevää vaikutusta. Lain vastainen toiminta saattaa myös usein tuottaa mahdolliseen sakkorangaistukseen verrattuna huomattavaa taloudellista hyötyä. **Kuntaliitto katsoo, että Onnettomuustutkintakeskuksen tulee kiinnittää huomiota asiaan ja kiirehtiä seuraamusmenettelyn uudistamisen selvittämistä.** Edellä mainitun rinnalla Kuntaliitto kiinnittää Onnettomuustutkintakeskuksen huomiota myös siihen, että maassamme toimii rakennusalalla hyvin yleinen **harmaa talous**, minkä katsomme osaltaan heikentävän turvallisuuden tähtäävien laadukkaiden työsuoritusten toteutumista.

Suomen Kuntaliitto

Hannu Huhtala
rakennuttajainsinööri

Markku Axelsson
arkkitehti

LIITE: Rakennusvalvontaviranomaisen tehtävät

- tukea tehtävien priorisointiin ja kuntayhteistyöhön

6. Vaasan työsuojelupiirin kommentit tutkintaselostusluonnokseen

Asia Töiden järjestely ja työskentelytasot hallityömaille

Vaasan työsuojelupiiri ei ole suorittanut onnettomuuden johdosta omaa tutkintaansa, koska onnettomuudessa ei loukkaantunut kukaan, eikä se siten edellyttänyt työsuojeluviranomaisen tapaturmatutkintaa. Lisäksi oli tiedotusvälineistä nopeasti todettavissa, että tapahtumat tutkitaan Onnettomuustutkintakeskuksen toimesta.

Vaasan työsuojelupiiri ei myöskään ole suorittanut tarkastusta, eikä muita toimenpiteitä, ko. ratsastusmaneesin rakennustyön aikana.

Vaasan työsuojelupiirin tiedot ko. ratsastusmaneesin olosuhteisiin ovat vain julkisuudessa olleita tietoja sekä viitteessä mainittu tutkintaselostus. Itse tapaukseen ja siitä laadittuun selostukseen ei näin ollen ole kommentoitavaa, mutta siitä huolimatta Vaasan työsuojelupiiri pitää mahdollisena, että ko. ratsastusmaneesin kaltaisten rakennusten rakentamisen yhteydessä ei aina noudateta kaikkia työturvallisuussäädöksiä. Sillä seikalla, että joitakin työturvallisuussäädöksiä olisi mahdollisesti tässä nimellisessä tapauksessa jätetty noudattamatta, ei sinällään ole enää merkitystä työsuojeluviranomaisen näkökulmasta, muutoin kuin vahingosta oppimisen kannalta. Tässä tarkoituksessa Vaasan työsuojelupiiri saattaa näkemyksensä Onnettomuustutkintakeskuksen tietoon.

Liite 3 / 10(11)

Vaasan työsuojelupiiri katsoo, että ko. ratsastusmaneesia rakennettaessa on saattanut ilmetä samanlaisia seikkoja, joita muiden vastaavanlaisten rakennuskohteiden tarkastuksissa on todettu usein ilmenneen. Ottamatta em. syystä enemmälti kantaa ko. ratsastusmaneesin rakennustyöhön, vastaavanlaisten rakennustyömaiden tarkastamisen yhteydessä on todettu seuraavia ongelmia:

1. Kertarakennuttaja

Kohteen rakennuttajana toimii usein rakennuttaja, jonka kokemus ja ammattitaito rakentamisesta on vähäinen. Ammattitaitoista rakennuttajakonsulttia ei ole useinkaan palkattu johtamaan hanketta.

2. Rakennuttaja päätoteuttajana ja työnantajana

Usein tällaisen kohteen rakennuttaja huolehtii itse myös rakentamisesta. Rakennuttaja palkkaa sinällään ammattitaitoisia rakennusmiehiä tekemään työtä. Rakennusammattimiehillä ei useinkaan ole kokemusta tällaisista vaativista kohteista, joissa muuttuva kuorma ja tuulikuorma ovat selvästi pysyvää kuormaa ja painovoimaa merkittävämmät tekijät.

3. Työnjohtaminen

Hankkeeseen on nimetty Maankäyttö- ja rakennuslain tarkoittama vastaava työnjohtaja. Hän hoitaa tehtävää usein sivutoimisesti. Varsinaisesta työnjohtamisesta rakennuttaja työnantajana huolehtii itse.

4. Päätoteuttajan ja sivu-urakoitsijoiden välinen yhteistoiminta

Työmaan organisoiminen on ainutkertaista, joten kokemusta ei useinkaan ole töiden yhteensovittamisesta eikä sen vaikutuksesta hankkeen toteuttamiseen.

5. Rakennustyön olosuhteet ja työskentelytasot

Rakennustyön toteutuksessa ei kiinnitetä juuri ollenkaan huomiota ennakosuunnitteluun, tekemisen turvallisuuteen, tarvittavien työtasojen turvallisuuteen, asianmukaisten henkilönostolaitteiden hankintaa, eikä työntekijöiden henkilökohtaisten putoamissuojalaitteiden käyttöön. Nousuteinä käytetään nojatikkaita ja työskentelytasona ristikon rakenteita. Työntekijät joutuvat työskentelemään hyvin epämääräisissä olosuhteissa. Merkittävä osa työntekijöiden huomiokyvystä keskittyy pelkästään putoamisen estämiseen, ja vain vähäinen osa keskittymisestä voi suuntautua rakenteiden toteuttamiseen. Tällöin saatetaan jopa poiketa suunnitelmien mukaisista rakenneratkaisuista, ja osa tarvittavista kiinnikkeistä jää helposti puuttumaan.

Mikäli työmaalla ei ole järjestetty asianmukaisia työtasoja taikka henkilönostimia, niin rakennustyön yksityiskohtaista valvontaa on lähes mahdoton toteuttaa. Asianmukaisen valvonnan puute omalta osaltaan on vaikuttamassa siihen, että työntekijät eivät kiinnitä riittävää huomiota työn yksityiskohtiin, koska niitä ei pidetä tärkeinä. Se, millaisissa olosuhteissa rakennustyöntekijät työtään tekevät vaikuttaa varmasti

työn lopputulokseen. Rakennustyön aikaisista työturvallisuusolosuhteista huolehtiminen kuuluu rakennustyömaalla työnantajille, itsenäisille työsuorittajille ja päätoteuttajalle sekä rakennuttajalle. Se huolehtivatko edellä mainitut velvoitteistaan, on työsuojeluviranomaisen valvonnan kohteena.

Apulaispiiripäällikkö

Tapani Louke

Insinööri

Timo Penttinen

7. Rakennusteollisuus RT:n kommentit tutkintaselostusluonnokseen

Pyydettyä kommenttinaan asiakohdassa mainittuun raporttiluonnokseen ja siinä ehdotettuihin suosituksiin Rakennusteollisuus RT ry esittää seuraavaa:

Raportti antaa erinomaisen kuvan tapahtuneista onnettomuuksista ja vaaratilanteista ja se tulee herättämään jo sellaisenaan rakentamisen eri osapuolten huomion.

Raportin ensimmäinen suositus katsastusmenettelystä on kannatettava. Käsitksemme mukaan käytännössä ei tule kuitenkaan riittämään, että kehitetään alalle katsastusmenettely. Liitto esittääkin, että ympäristöministeriö tutkisi myös mahdollisuutta edistää rakenteellisen turvallisuuden katsastusmenettelyä esimerkiksi lailla korjausavustuksista vastaavasti kuin on edistetty hissien rakentamista.

Raportin toinen ehdotus puuttuu todettuun ongelmaan ehdottamalla kuntakohtaisten rakennusvalvontojen yhdistämistä erityisosaamisen turvaamiseksi. Pidämme tärkeänä rakennusvalvonnan tulkintojen saattamista samansisältöiseksi kautta maan ja samalla myös erityisosaamisen turvaamista kuntakohtaisesti.

Raportin kolmas ehdotus hallinnonalojen yhteistyöstä tulee aloittaa mahdollisimman pian ja sen tulee näkyä myös byrokratian vähenemisenä vaadittavien viranomaisilmoitusten ja -tarkastusten muodossa esimerkiksi yksittäisen luvanvaraisen hankkeen aloittamiseen liittyvissä toimissa.

Raportin neljäs suositus naulalevyristikoiden suunnitteluluokan korottamisesta on käsitksemme mukaan tarpeellista.

Kunnioitavasti

Rakennusteollisuus RT ry
Rakentamisen kehittäminen

Jukka Pekkanen
Johtaja, TkT

LÄHDELUETTELO

Seuraavat lähteet on taltioitu Onnettomuustutkintakeskukseen:

1. Päätös tutkinnan aloittamisesta, S1/2006Y, 10.4.2006
2. Pelastuslaitosten keräämää tietoa lumitilanteesta ja rakenteiden turvallisuudesta kevät-
talvella 2006
3. Suomen ympäristökeskuksen lausunto lumen määrästä ei paikkakunnilla tapahtuma-
aikaan sekä yleisestä lumitilanteesta kevättalvella 2006
4. Puurakenteiden laadunvarmistus – Rakennuksia ja kantavia rakenneosia koskevat
ohjeet, Puurakenteiden laadunvarmistusprojekti, VTT, 24.3.2006
5. Maatalouden tuotantorakennusten kattoristikoiden pettäminen Pihtiputaalla 20.3.2006
ja 2.4.2006
- Hätäkeskuksen hälytysseosteet ja pelastuslaitoksen onnettomuusseosteet
6. Koulun liikuntasalin liimapuisen kattopalkin painuminen ja halkeilu Laukaassa 3.4.2006
- Finmacon Oy:n laatima vaurioraportti, 5.4.2006
7. Supermarketin betonisten julkisivuelementtien kaatumisvaara Karjaalla 5.4.2006
- Pelastuslaitoksen ottamia valokuvia
- Rakennusvalvontaviraston kirje koskien rakennuksen tarkastusta, 5.4.2006
- Insinööritoimisto Magnus Malmberg Oy:n laatima selvitys vaurioista, 6.4.2006
- Rakennusvalvontaviraston teettämien elementtien siirtymisten mittausten tuloksia
- Rakennusvalvontaviraston määräys kuntotutkimuksesta, 4.5.2006
- Contesta Oy:n tekemä tutkimusseostus julkisivuelementtien vaurioista, 10.11.2006
8. Marketin liimapuisen kattopalkin vaurioituminen Keiteleellä 7.4.2006
- Hätäkeskuksen hälytysseoste ja pelastuslaitoksen onnettomuusseoste
9. Myymälän katon romahtaminen Haapajärvellä 8.4.2006
- Hätäkeskuksen hälytysseoste ja pelastuslaitoksen onnettomuusseoste
- Rakennuksen pohjapiirustus
10. Urheiluhallin katon teräspoimulevyjen painuminen Jyväskylässä 8.4.2006
- Hätäkeskuksen hälytysseoste ja pelastuslaitoksen onnettomuusseoste
- Työsuojelupiirin lausunto hallin käyttöön liittyvän henkilöturvallisuuden hoitamisesta
- Lausunto hallin kattorakenteista, Esko Rautakorpi, 6.6.2006
11. Ratsastusmaneesin romahtaminen Vetelissä 9.4.2006
- Hätäkeskuksen hälytysseoste ja pelastuslaitoksen onnettomuusseoste
12. Tukkuliikkeen katon romahtaminen Joensuussa 15.4.2006
- Hätäkeskuksen hälytysseoste ja pelastuslaitoksen onnettomuusseoste
- Kattokaivoihin liittyviä teknisiä tietoja ja toteutusratkaisuja
- Lausunto teräspoimulevyn mitoituksesta, Insinööritoimisto Juhani Väisänen Ky
- Piirustukset rakennuksen vesikatosta ja seinäleikkauksista
13. Tietoja vuonna 2004 tehdystä kattorakenteiden tarkastuksista
- Kuntaliiton vastaukset
- Suomen toimitila- ja rakennuttajaliiton vastaukset
- Rakennusteollisuus RT:n vastaukset
14. Ympäristöministeriön kirje eduskunnan talousvaliokunnalle kuntien rakennusvalvon-
nasta, 31.1.2006
15. Lausunnot ja kommentit tutkintaseostusluonnoksesta